



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

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

Título del Proyecto de Investigación:

Incremento medio anual de *Tectona grandis* L.F. (teca) y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. (fernán sánchez) establecidos en un sistema agroforestal con *Theobroma cacao* L. (cacao) en la Finca Experimental La Represa, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos.

Autora:

Cruz Cedeño Angélica Beatriz

Director del Proyecto de Investigación:

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

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Angelica Beatriz Cruz Cedeño**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Angelica Beatriz Cruz Cedeño
C.I. 1250209309

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. For. José Pedro Suatunce Cunuhay, M.Sc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Angelica Beatriz Cruz Cedeño**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Incremento medio anual de *Tectona grandis* L.F. (teca) y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. (fernán sánchez) establecidos en un sistema agroforestal con *Theobroma cacao* L. (cacao) en la Finca Experimental La Represa, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

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

Director del Proyecto de Investigación

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

El suscrito **Ing. José Pedro Suatunce Cunuhay, M.Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado **“Incremento medio anual de *Tectona grandis* L.F. (teca) y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. (Fernán sánchez) establecidos en un sistema agroforestal con *Theobroma cacao* L. (cacao) en la finca experimental la represa, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos”,** perteneciente a la estudiante de la carrera de Ingeniera Forestal **Cruz Cedeño Angelica Beatriz**, **CERTIFICA:** el cumplimiento de los parámetros establecido por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 7%.

	
Document Information	
Analyzed document	Prtoyecto de Investigación-Angelica Cruz-Urkon.docx (D166055619)
Submitted	2023-05-06 02:23:00
Submitted by	José Pedro Suatunce Cunuhay
Submitter email	jsuatunce@uteq.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	jsuatunce.uteq@analysis.urkund.com

Ing. For. José Pedro Suatunce Cunuhay, M.Sc.
Director del Proyecto de Investigación



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

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

Incremento medio anual de *Tectona grandis* L.F. (teca) y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. (Fernán sánchez) establecidos en un sistema agroforestal con *Theobroma cacao* L. (cacao) en la Finca Experimental La Represa, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos.

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

Aprobado por:

Ing. For. Carlos Belezaca Pinargote, PhD.

Presidente del tribunal

Ing. For. Edison Solano Apuntes, M.Sc.

Miembro del tribunal

Ing. For. Walter García Cox, M.Sc.

Miembro del tribunal

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por cada día guiar mis pasos, por siempre hacerme sentir que está conmigo en cada paso que doy, por proveerme salud, bendiciones, para poder culminar mi carrera universitaria. Le agradezco a mi padre y mi madre por siempre creer en mí, por todo el apoyo emocional y económico que me han brindado, por siempre estar cuando necesitaba de un empujón para seguir firme en mi carrera y no rendirme. Les agradezco a mis cinco hermanas y mi hermano por apoyarme y soportar mi estrés cuando estaba a punto de rendirme.

Le agradezco a mi director de tesis el Ing. Pedro Suatunce, su dirección brindada en el transcurso del proyecto de investigación, también por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, desde el principio, su guía ha sido fundamental en mi proceso de investigación y escritura; gracias a sus conocimientos y experiencia, he sido capaz de mejorar mi enfoque y precisión en el trabajo de investigación. Además, su paciencia y disposición para responder a mis preguntas y proporcionar comentarios constructivos han sido de gran ayuda.

Le agradezco a mi tribunal de tesis el Ing. Walter García, Ing. Edison Solano, Ing. Carlos Belezaca, por su dedicación y apoyo en el proceso de evaluación de mi trabajo de tesis. Sus comentarios, sugerencias y críticas constructivas me han ayudado a mejorar significativamente mi investigación y aportar al conocimiento en mi campo de estudio.

Por último, les agradezco a mis amigas/os por siempre estar cuando los necesite, brindarme su ayuda, consejos, regaños y su apoyo moral, para poder culminar con éxito mi fase universitaria y mi proyecto de investigación.

Angelica Beatriz Cruz Cedeño

DEDICATORIA

El proyecto de investigación está dedicado a mis padres, por todo el esfuerzo y apoyo que me han brindado animándome a seguir adelante y no detenerme frente a los obstáculos.

A mis hermanas, mi hermano y mis amigos por siempre brindarme su apoyo cuando lo necesitaba, en el transcurso del periodo de mi carrera universitaria.

Angelica Beatriz Cruz Cedeño

RESUMEN

Los sistemas agroforestales brindan beneficios como la protección de la erosión del suelo, ayudan a retener o conservar el agua subterránea, mejoran la fertilidad del suelo, entre otros aportes. El estudio de esta combinación entre árboles y cultivos ayuda a comprender cuál es el tipo de manejo, densidad y especie que mejor se adapta en estos sistemas. Por lo que la finalidad de esta investigación fue conocer el crecimiento de las especies maderables en sistemas agroforestales asociados con el cacao en el cantón Quevedo, específicamente con las especies *Tectona grandis* L.f. y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey, especialmente porque la madera de las dos especies estudiadas presenta una gran salida en el mercado nacional e internacional. El presente estudio se lo realizó en la finca experimental “La Represa” en un sistema agroforestal con cacao y las dos especies forestales mencionadas, establecido en el 2008 la teca y el fernán Sánchez fueron plantadas a una distancia de 9 x 9 m y el cacao al 3 x 3 m, en un diseño completamente al azar (DCA) con dos tratamientos (T1= *T. grandis* + *T. cacao* y T2= *T. cumingiana* + *T. cacao*) con nueve repeticiones y 18 unidades experimentales en una superficie neta de 7776 m². En cada unidad experimental se midió el DAP y altura total y altura comercial de los árboles. Se calculó el IMA de cada una de las variables de estudio y se determinó las diferencias estadísticas con la prueba T al 5% de significancia. Se concluye que *T. grandis* a pesar de presentar un mayor índice de mortalidad, supera en IMA (Incremento medio anual) a *T. cumingiana* a los 14 años.

Palabras clave: Conservación del suelo; densidad, fertilidad del suelo, manejo

ABSTRACT

Agroforestry systems provide benefits such as protection from soil erosion, help retain or conserve groundwater, improve soil fertility, among other contributions. The study of this combination between trees and crops helps to understand what is the type of management, density and species that best adapts to these systems. Therefore, the purpose of this research was to know the growth of timber species in agroforestry systems associated with cocoa in the Quevedo canton, specifically with the species *Tectona grandis* L.F. and *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey, especially since the wood of the two studied species present a great outlet in the national and international market. The present study was carried out in the experimental farm "La Represa" in an agroforestry system with cocoa and the two forest species mentioned, established in 2008, teak and fernan sánchez were planted at a distance of 9 x 9 m and cocoa at 3 x 3 m, in a completely randomized design (DCA) with two treatments (T1= *T. grandis* + *T. cacao* and T2= *T. cumingiana* + *T. cacao*) with nine repetitions and 18 experimental units in a net area of 7776 m². In each experimental unit, the DAP and total height and commercial height of the trees were measured. The IMA of each of the study variables was calculated and the statistical differences were determined with the T test at 5% significance. It is concluded that *T. grandis*, despite presenting a higher mortality rate, exceeds *T. cumingiana* in AMI (Mean Annual Increment) at 14 years.

Keywords: soil conservation; density, soil fertility, management

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
CÓDIGO DUBLÍN	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.1.1.1. Diagnostico.	4
1.1.1.2. Pronostico.	4
1.1.2. Formulación del problema	5
1.1.3. Sistematización del problema	5
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo general	5
1.2.2. Objetivos específicos	5
1.3. Justificación.....	5
CAPÍTULO II	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco conceptual	8
2.1.1. Agroecología	8
2.1.2. La agroforestería.....	8
2.1.3. Sistemas agroforestales	9
2.1.4. Sistemas agroforestales con cacao	10
2.1.5. Descripción de las especies del estudio.....	10
2.1.5.1 Teca.....	10
2.1.5.2 Fernán sánchez.	12

2.1.5.3.	<i>Cacao</i>	14
2.1.6	<i>Definición del incremento medio anual (IMA)</i>	15
2.1.7	<i>Definición del incremento medio anual del área basal</i>	15
2.1.8.	<i>Cacao y otros cultivos en los sistemas agroforestales</i>	16
2.1.9.	<i>La prueba t de Student</i>	16
2.2.	<i>Marco referencial</i>	17
2.2.1.	<i>Evaluación del crecimiento T. grandis L. F. en un sistema silvopastoril en el recinto Mina Chica, cantón Velasco Ibarra, provincia del Guayas</i>	17
2.2.2.	<i>Estimación del crecimiento diametral en renovals de nothofagus obliqua a partir del diámetro normal</i>	18
2.2.3.	<i>Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador</i>	18
2.2.4.	<i>Desempeño fisiológico de nueve genotipos de cacao (Theobroma cacao L.) bajo la sombra de tres especies forestales en Santander, Colombia</i>	19
2.2.5.	<i>Determinación del incremento volumétrico e índice de sitio en plantaciones de teca en la Hacienda “La Balsa” Recinto “Cerritos” Cantón Balzar</i>	21
CAPÍTULO III.....		22
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		22
3.1.	<i>Localización</i>	23
3.2.	<i>Tipo de investigación</i>	23
3.3.	<i>Métodos de investigación</i>	24
3.3.1.	<i>Método analítico</i>	24
3.3.2.	<i>Método inductivo</i>	24
3.3.3.	<i>Método sintético</i>	24
3.4.	<i>Fuentes de recopilación de información</i>	25
3.4.1	<i>Fuentes Primarias</i>	25
3.4.2	<i>Fuentes Secundarias</i>	25
3.5.	<i>Diseño de la investigación</i>	25
3.5.1	<i>Experimental</i>	25
3.5.2.	<i>Establecimiento de las unidades de muestreo (UM)</i>	26
3.6.	<i>Instrumento de investigación</i>	26
3.7.	<i>Tratamiento de los datos</i>	27
3.7.1.	<i>Variables para evaluar</i>	28
3.7.2.	<i>Tratamientos</i>	28
3.7.3.	<i>Análisis estadístico</i>	28
3.8.	<i>Recursos humanos y materiales</i>	29

3.8.1.	<i>Materiales</i>	29
3.8.2.	<i>Equipos</i>	29
3.8.3.	<i>Material de oficinas</i>	29
3.8.4.	<i>Material biológico</i>	29
CAPÍTULO IV.....		30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		30
4.1.	Resultados	31
4.1.1.	<i>Porcentaje de supervivencia T. grandis y T. cumingiana en sistemas agroforestal con T. cacao</i>	31
4.1.2.	<i>Crecimiento en volumen total y comercial, y área basal de T. grandis y T. cumingiana</i>	31
4.1.3.	<i>Incremento medio anual de diámetro a la altura del pecho; altura total y comercial de T. grandis y T. cumingiana.</i>	32
4.1.4.	<i>Incremento medio anual de área basal, volumen total y comercial de T. grandis y T. cumingiana</i>	32
4.1.5.	<i>Incremento medio anual de área basal (G), volumen total (Vt) y comercial (Vc) por hectárea</i>	33
4.2.	Discusión.....	34
CAPITULO V		36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		36
5.1.	Conclusiones	37
5.2.	Recomendaciones.....	38
CAPITULO VI.....		39
BIBLIOGRAFÍA		39
ANEXOS.....		42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos edafoclimáticos de <i>T. grandis</i> L. F.....	12
Tabla 2. Características edafoclimáticas de <i>T. cacao</i> L.....	15
Tabla 3. Análisis de varianza del experimento	26
Tabla 4. Promedio de Dap, Ht, Hc, de <i>T. grandis</i> y el <i>T. cumingiana</i> a los 14 años.....	31
Tabla 5. Promedio de Vt; Vc y G de <i>T. grandis</i> y de <i>T. cumingiana</i> a los 14 años.	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de la ubicación de la finca la represa	23
Figura 2.	Distribución de parcelas	26
Figura 3.	Incremento de dap, altura total y comercial.....	32
Figura 4.	Incremento medio anual de área basal, volumen total y comercial de <i>T. grandis</i> y el <i>T. cumingiana</i>	33
Figura 5.	Ima por hectárea de V_t ; V_c ; G de <i>T. grandis</i> y <i>T. cumingiana</i>	33

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.	La fórmula para la estadística t es:.....	16
Ecuación 2.	Formula de diámetro.....	27
Ecuación 3.	Formula del área basal	27
Ecuación 4.	Formula del volumen.....	27
Ecuación 5.	Fórmula del incremento medio anual de una plantación	27
Ecuación 6.	Fórmula para calcular el ima del área basal.....	28

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Datos de campo.....	42
Anexo 2.	Tomando el diámetro y altura de la fernan sánchez.	44
Anexo 3.	Instrucciones del director del proyecto (a); Materiales de campo (b)	44
Anexo 4.	Tomando datos de la teca	44
Anexo 5.	Coeficiente de variación en InfoStat del diámetro	45
Anexo 6.	Prueba de T en InfoStat del diámetro	45
Anexo 7.	Coeficiente de variación en InfoStat de la altura total.....	45
Anexo 8.	Prueba de T en InfoStat de la altura total	46
Anexo 9.	Coeficiente de variación en InfoStat de la altura comercial	46
Anexo 10.	Prueba de T en InfoStat de la altura comercial.....	46
Anexo 11.	Coeficiente de variación en InfoStat del Volumen total.....	47
Anexo 12.	Prueba de T en InfoStat del Volumen total	47
Anexo 13.	Coeficiente de variación en InfoStat del Volumen comercial	47
Anexo 14.	Prueba de T en InfoStat del Volumen comercial.....	48
Anexo 15.	Coeficiente de variación en InfoStat del área basal.....	48
Anexo 16.	Prueba de T en InfoStat del área basal.....	48

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Incremento medio anual de <i>Tectona grandis</i> L.F. (teca) y <i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & C.A. Mey. (Fernán sánchez) establecidos en un sistema agroforestal con <i>Theobroma cacao</i> L. (cacao) en la finca experimental la represa, propiedad de la Universidad Técnica Estatal De Quevedo, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos.			
Autor:	Cruz Cedeño Angelica Beatriz			
Palabras clave:	conservación del suelo	densidad	fertilidad del suelo	manejo
Fecha de publicación:				
Editorial:	Mocache, UTEQ - 2023			
Resumen:	Los sistemas agroforestales brindan beneficios como la protección de la erosión del suelo, ayudan a retener o conservar el agua subterránea, mejoran la fertilidad del suelo, entre otros aportes. El estudio de esta combinación entre árboles y cultivos ayuda a comprender cuál es el tipo de manejo, densidad y especie que mejor se adapta en estos sistemas. Por lo que la finalidad de esta investigación fue conocer el crecimiento de las especies maderables en sistemas agroforestales asociados con el cacao en el cantón Quevedo, específicamente con las especies <i>Tectona grandis</i> L.f. y <i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & C.A. Mey, especialmente porque la madera de las dos especies estudiadas presenta una gran salida en el mercado nacional e internacional. El presente estudio se lo realizó en la finca experimental “La Represa” en un sistema agroforestal con cacao y las dos especies forestales mencionadas, establecido en el 2008 la teca y el fernán sánchez fueron plantadas a una distancia de 9 x 9 m y el cacao al 3 x 3 m, en un diseño completamente al azar (DCA) con dos tratamientos (T1= <i>T. grandis</i> + <i>T. cacao</i> y T2= <i>T. cumingiana</i> + <i>T. cacao</i>) con nueve repeticiones y 18 unidades experimentales en una superficie neta de 7776 m². En cada unidad experimental se midió el DAP y altura total y altura comercial de los árboles. Se calculó el IMA de cada una de las variables de estudio y se determinó las diferencias estadísticas con la prueba T al 5% de significancia. Se concluye que <i>T. grandis</i> a pesar de presentar un mayor índice de mortalidad, supera en IMA (Incremento medio anual) a <i>T. cumingiana</i> a los 14 años.			
Descripción:	65 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162			
URI:				

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agroforestales son una estrategia integrada de producción agrícola y forestal y pueden ser una alternativa sostenible al uso de la tierra en áreas degradadas, estos sistemas combinan árboles, arbustos y cultivos en un mismo terreno y se caracterizan por su multifuncionalidad y diversificación; los sistemas agroforestales pueden brindar muchos beneficios, como la conservación de la biodiversidad, el aumento de la productividad agrícola y la mitigación del cambio climático; además, al mejorar las condiciones del suelo, los sistemas agroforestales pueden reducir la erosión y la pérdida de nutrientes y contribuir a la regeneración de áreas degradadas (1).

La *T. grandis* y *T. cumingiana* es muy importante en la industria de la madera por su alta calidad y durabilidad, además, su demanda sigue creciendo, lo que provoca un creciente interés por el establecimiento de fincas comerciales de este tipo; en el caso de la *T. grandis*, se ha confirmado que el cultivo con métodos agroforestales puede ser beneficioso ya que permite el aprovechamiento de la luz y los nutrientes del suelo o combinado con cultivos permanentes como el *T. cacao*; esto puede conducir a un aumento en la producción de madera y un aumento en la eficiencia del sistema, también se ha utilizado en sistemas forestales, aunque en menor escala, se necesita más investigación para determinar su potencial en este tipo de sistema y comprender mejor su crecimiento y rendimiento en diferentes condiciones (2).

Para realizar proyecciones en que tiempo se puede aprovechar los árboles y poder definir el tipo de manejo silvicultural que se le implementara a la plantación. Según el autor (3) “El crecimiento de los árboles y bosques es un fenómeno complejo que se ve afectado por factores bióticos y abióticos; por tanto, para entender el crecimiento de una especie forestal es necesario tener en cuenta estos factores y cómo interactúan entre sí; los estudios sobre el crecimiento de los árboles y bosques se pueden realizar a diferentes escalas, desde la observación de individuos aislados hasta la evaluación de poblaciones enteras; se pueden emplear diversas técnicas y herramientas, como la medición de diámetros y alturas de los árboles, la estimación de la edad de estos, la recolección de muestras de suelo y la monitorización del clima”.

El incremento de un árbol se puede estudiar mediante el incremento corriente anual (ICA); incremento periódico (IP); incremento total (IT); incremento periódico anual (IPA); incremento medio anual (IMA) (3). Promedio anual (IMA) es una medida utilizada para estimar el crecimiento anual de un árbol o bosque desde el momento en que fue plantado o hasta un tiempo determinado; se logra un valor alto de IMA cuando la tasa de crecimiento anual actual (ICA) es igual a IMA, es decir, si el crecimiento de un árbol o bosque es constante de año en año y no tiene cambios significativos en el crecimiento (4).

En el proyecto de investigación se presenta información que sustenta de forma práctica y teórica la temática de la tesis, que se realizará en la finca experimental “La Represa”. Se darán las bases para solventar la falta de información sobre el uso de sistemas agroforestales asociados con *T. Cacao*, a través de la toma de datos sobre incremento medio anual que presentan las especies del estudio.

En la hipótesis el *T. cumingiana* supera a la *T. grandis* en crecimiento de las variables DAP y altura, porque se adapta al sistema agroforestal o la especie que mostrara un incremento en su volumen de madera es la *T. grandis* porque es una especie que se adapta rápido. Teniendo como objetivo conocer el potencial de los sistemas agroforestales asociados con cultivos de cacao *T. cacao*.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad la crisis ambiental y socioeconómica de la agricultura industrializada ha llevado al surgimiento de la agroecología como enfoque teórico y metodológico que pretende aumentar la sustentabilidad agraria desde las perspectivas ecológica, social y económica (5). Los sistemas agroforestales tienen gran potencial para retener el carbono atmosférico, tanto en las partes aéreas de las plantas, como en el sistema radicular y en la materia orgánica del suelo; representan una alternativa para los productores al reducir la dependencia de un solo cultivo, logrando por lo general, incrementar la rentabilidad en las fincas (5).

Existen varias desventajas e interrogantes que presentan los sistemas agroforestales entre los que se cita: la disminución de la producción de cultivos por competencia debido al uso excesivo de árboles e incompatibilidad; fuga de nutrientes por las salidas de la madera y otros productos del sistema; reducción de la cantidad de agua al suelo por interceptación de árboles de una parte de la lluvia, daños mecánicos en los cultivos asociados por podas y eventuales caída de árboles, problemas fitosanitarios por gotas de agua/humedad de árboles a cultivos (5).

1.1.1.1. Diagnostico.

Saber cuál es el crecimiento que se da, en estas dos especies a una determinada densidad y conocer en cual cultivo crece sin mayores problemas, es algo que le brindara al finquero o productor una guía para poder sacar adelante su economía y la misma vez ayudar al medio ambiente con la reducción de dióxido de carbono.

1.1.1.2. Pronostico.

El desconocimiento de esta información científica ocasionará que los finqueros o los grandes productores tengan perdidas en sus cultivos asociados al sistema agroforestal, porque sembrar ah una densidad equivocada producirá problemas al cultivo de cacao, café, etc.

1.1.2. Formulación del problema

- ¿Cuál es el incremento de las variables dasométricas de las dos especies forestales en intervención (*T. grandis* y *T. cumingiana*) a la edad de 14 años?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Existen diferencias en el incremento de sus variables dasométricas la *T. grandis* y del *T. Cumingiana*?
- ¿En cuál de las variables dasométricas de las dos especies de estudio existen mayores diferencias?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Conocer el potencial de los sistemas agroforestales asociados con *T. cacao* en el cantón Quevedo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Calcular el IMA de volumen, área basal y altura de *T. grandis* y *T. cumingiana*.
- Determinar si existe diferencia significativa del Incremento Medio Anual de las especies forestales evaluadas en el Cantón Quevedo.

1.3. Justificación

Los sistemas agroforestales son una práctica agrícola sostenible que ofrece una serie de beneficios para la conservación del suelo, la biodiversidad y la economía local, como tal, estos sistemas son una herramienta valiosa para la restauración del ecosistema y la promoción de la agricultura sostenible. La agroforestería o sistema agroforestal (SAF) es una técnica de manejo de tierras que combina árboles, cultivos y/o animales domésticos en una misma área de cultivo. Esta práctica se basa en el principio de desarrollo

sustentable, es decir, busca maximizar la producción de alimentos y recursos naturales al mismo tiempo que se protege y conserva el medio ambiente y la biodiversidad (5).

En América Latina, el cultivo del café bajo sombra es un ejemplo de aplicación de la agroforestería, ya que se combina el cultivo del café con la presencia de árboles que proporcionan sombra y protección al café, mejorando la calidad del suelo, reduciendo la erosión y aumentando la biodiversidad, además, este sistema permite una mayor diversificación de ingresos para los productores y una mejor calidad de vida para las comunidades rurales. La agroforestería es una práctica altamente valorada por su capacidad para combinar la producción agrícola con la conservación de la naturaleza y el desarrollo sostenible en las dimensiones social, económica y ecológica. Cada vez más proyectos se están llevando a cabo para promover su uso y difundir sus beneficios (5).

Los SAF representan una opción sostenible y rentable para el manejo de recursos y la producción de alimentos en zonas de montaña, que promueve la preservación de la diversidad biológica y ofrece mayores oportunidades económicas para los agricultores deprimidos económicamente (5).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Agroecología

La agroecología es una disciplina que busca comprender los sistemas agrícolas desde una perspectiva holística e integrada, considerando no solo los aspectos productivos sino también los sociales, culturales, ambientales y económicos. Esta disciplina promueve prácticas agrícolas sostenibles y equitativas que respetan la biodiversidad y los ciclos naturales, y que fomentan la participación activa de las comunidades locales en la gestión de los recursos y la toma de decisiones. Es interesante saber que existen modelos agroecológicos en varias comunidades indígenas de Latinoamérica que han demostrado ser beneficiosos tanto desde un punto de vista ecológico como socioeconómico en el manejo de la calidad del producto a base de cacao. Estos modelos demuestran que la agroecología puede ser una alternativa viable y sostenible para la producción de alimentos y la gestión de recursos naturales (5).

En cuanto a la decisión de eliminar o mantener árboles de sombra en cultivos de cacao en Brasil, es alentador que los agricultores estén tomando en cuenta factores agroecológicos y de minimización de riesgos al tomar esta decisión. La reducción del uso de fertilizantes y agroquímicos puede tener un impacto positivo en el medio ambiente y en la salud humana, así como en la calidad y el sabor del producto final. En general, es importante promover prácticas agroecológicas y fomentar el conocimiento y la experiencia de las comunidades indígenas en la gestión sostenible de los recursos naturales y la producción de alimentos. Estas prácticas pueden tener un impacto significativo en la seguridad alimentaria y el bienestar socioeconómico de las comunidades rurales, así como en la protección del medio ambiente (5).

2.1.2. La Agroforestería

La agroforestería es una técnica agrícola que combina la producción de cultivos y la cría de animales con el uso estratégico de árboles y arbustos en el mismo terreno. En lugar de cultivar sólo una especie de cultivo en un área, la agroforestería utiliza la diversidad de árboles y cultivos para crear un sistema más equilibrado y sostenible. Esto puede ayudar a mejorar la calidad del suelo, reducir la erosión, conservar la biodiversidad y aumentar

la productividad a largo plazo. Además, la agroforestería puede tener beneficios adicionales como la producción de madera, frutas, alimentos para el ganado, y otros productos forestales no maderables, lo que puede mejorar los ingresos de los agricultores y comunidades locales (5)

2.1.3. Sistemas Agroforestales

Los sistemas agroforestales (SAF) son sistemas de producción agrícola que combinan árboles, cultivos y/o ganado en un mismo terreno. Estos sistemas tienen como objetivo aumentar la productividad y la eficiencia del uso del suelo, al mismo tiempo que promueven la conservación del medio ambiente y la diversidad biológica. En un sistema agroforestal, los árboles pueden ser utilizados para proporcionar sombra, protección contra el viento y la erosión del suelo, además de proporcionar productos como madera, frutas, nueces y hojas para forraje. Los cultivos pueden ser plantados bajo la sombra de los árboles y aprovechar la luz filtrada para crecer, y el ganado puede pastar en las áreas abiertas (5).

Los SAF pueden ser diseñados para satisfacer diferentes necesidades y objetivos, y pueden incluir diferentes tipos de árboles y cultivos, así como diferentes tipos de manejo del suelo y del agua. Entre los beneficios de los SAF se encuentran la mejora de la fertilidad del suelo, la reducción de la erosión, la conservación del agua, la reducción de la dependencia de los fertilizantes químicos y los pesticidas, la producción de alimentos y otros productos para la subsistencia y el comercio, y la diversificación de los ingresos de las familias rurales (5).

Los sistemas agroforestales tradicionales con cacao son considerados componentes importantes en países de América, Asia y sobre todo para países megadiversos como México, Ecuador, Perú, Tanzania, Indonesia y Australia. Por ello en regiones tropicales como la Amazonía ecuatoriana, estos sistemas son considerados policultivos multiestratificados, en donde la diversidad de especies de árboles con fines múltiples funciona como alternativas para la conservación de la biodiversidad y los paisajes (5).

2.1.4. Sistemas Agroforestales con Cacao

Por otro lado, investigaciones realizadas en Ghana (África), reportan incrementos del rendimiento de la cosecha de cacao cuando la sombra a pesar de que el West African Cocoa Research Institute (WACRI) ya demostraba cómo plantaciones sin sombra tenían crecimientos rápidos de ataque de plagas y enfermedades y mortalidad de plantas. Estos peligros de cultivar cacao a pleno sol fueron reportados antes indicando que la eliminación de la sombra no solo aumenta el rendimiento sino también el estrés fisiológico del cultivo, la susceptibilidad a plagas y enfermedades y, en consecuencia, la dependencia de los insumos requeridos en el cultivo del cacao (especialmente fertilizantes e insecticidas) (5).

2.1.5. Descripción de las especies del estudio

2.1.5.1 Teca.

✓ Taxonomía

Dominio:	Eucariota
Reino:	Plantae
Filo:	Espermatofita
Subfilo:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Lámiales
Familia:	Lamiaceae
Género:	<i>Tectona</i>
Especie:	<i>grandis</i>
Nombre científico:	<i>Tectona grandis</i> L.F.
Nombre común:	Teca

✓ Descripción Botánica

La *T. grandis* es un árbol de hoja caduca perteneciente a la familia Lamiaceae, también conocido como teca o teca de Birmania. Es una especie muy valorada por su madera de alta calidad, que es utilizada en la fabricación de muebles, construcción de

embarcaciones, entre otros usos. Las flores de la teca son protándricas, lo que significa que las flores masculinas maduran antes que las femeninas, para evitar la autofecundación. Además, son entomófilas, lo que significa que dependen de los insectos para la polinización. *Ceratina* sp. es una abeja carpintera que se ha observado como un importante polinizador de la teca (6).

T. grandis es una especie muy adaptable a diferentes condiciones climáticas y edáficas, lo que significa que puede crecer en una amplia gama de climas y tipos de suelo. Es un árbol de hoja ancha y puede crecer hasta más de 50 m de altura y 2 m de diámetro en su lugar de origen. Tiene un fuste recto, con corteza áspera y fisurada de color café claro que se desfolia en placas grandes y delgadas. A diferencia de otras especies de árboles, la teca no tiene un olor o sabor característico. La *T. grandis* presenta dominancia apical, lo que significa que la punta del árbol es el punto de crecimiento más alto y activo. Sin embargo, esta dominancia apical se pierde con la madurez o cuando florece a temprana edad, lo que resulta en copas más amplias con ramas numerosas (6).

✓ **Distribución Geográfica**

Debido a la alta demanda de esta madera, se ha llevado a cabo una intensa explotación de los bosques naturales de *T. grandis*, lo que ha llevado a la disminución de las poblaciones silvestres y a la sobreexplotación de la especie. Ante esta situación, se ha comenzado a promover su plantación de en diferentes países con el objetivo de satisfacer la demanda de madera de alta calidad y reducir la presión sobre los bosques naturales. Sin embargo, este enfoque plantea algunos desafíos, ya que esta especie tarda varios años en madurar y no todas las plantaciones son igualmente eficientes o sostenibles. Además, la expansión de las plantaciones de *T. grandis* también puede tener impactos ambientales negativos, como la pérdida de biodiversidad, la degradación del suelo y la reducción de los servicios ecosistémicos. Por lo tanto, es importante que la plantación de *T. grandis* se realice de manera responsable y sostenible, teniendo en cuenta los impactos ambientales, sociales y económicos a largo plazo (6).

- ✓ **Características edafoclimáticas.** - La *T. grandis* es un árbol tropical que se cultiva principalmente por su madera de alta calidad, es un árbol que prefiere

climas cálidos y húmedos, suelos profundos y bien drenados, altitudes inferiores a los 1000 metros y mucha luz solar directa para su crecimiento óptimo (6).

Las características edafoclimáticas de la *T. grandis* son las siguientes: (6)

Tabla 1. Requerimientos edafoclimáticos de *T. grandis* L. F.

VARIABLES	ÓPTIMO CRECIMIENTO
Temperatura	24 °C a 30 °C
Precipitación anual	1000 a 2000
Altitud	0 a 1000 msnm
pH	6,5 a 7,5 neutro
Pendiente	Onduladas y pequeñas colinas, planas
Textura	Francos arenosos y francos arcillosos
Profundidad	Suelos profundos
Fertilidad	Alta
Drenaje del suelo	Bien drenados

Los sitios ideales para plantar teca deben cumplir con una serie de condiciones específicas que favorezcan el crecimiento y desarrollo óptimo de la especie. En primer lugar, la altitud del terreno no debería superar los 220 metros sobre el nivel del mar, ya que la teca prefiere altitudes bajas y temperaturas cálidas para crecer adecuadamente; en segundo lugar, la pendiente del terreno no debe exceder el 40%, ya que las pendientes pronunciadas pueden dificultar el acceso a la tierra y aumentar el riesgo de erosión del suelo; en tercer lugar, la fisiografía del terreno debe ser ondulada a plana con poca o mediana pedregosidad externa, ya que la teca requiere un suelo bien drenado y profundo para crecer de manera adecuada; en cuarto lugar, el terreno debe evitar problemas de inundación por largos períodos de tiempo, ya que esto puede dañar o incluso matar a los árboles de teca (7).

2.1.5.2 Fernán Sánchez.

✓ Taxonomía

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida

Orden:	Caryophyllales
Familia:	Polygonaceae
Género:	<i>Triplaris</i>
Especie:	<i>cumingiana</i>
Nombre Científico:	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & C.A. Mey.
Nombre común:	Fernán Sánchez

✓ Descripción botánica

T. cumingiana es una especie de árbol con características físicas y químicas específicas. Su tronco es recto, delgado y cilíndrico, con una corteza externa gris clara y escamosa que se descortezan en tiras largas. La corteza interna es de color rosado claro y tiene un sabor amargo, la madera de *T. cumingiana* tiene un olor y sabor ausente o no distintivo. La albura es de color marrón muy pálido y gradualmente transita a un duramen de color rosado cremoso con vetas características de tonos marrón grisáceo. La madera presenta un mediano lustre, grano recto algo entrecruzado, textura mediana y líneas vasculares visibles a simple vista, además, *T. cumingiana* es un árbol de copa redonda y mediana de ramas huecas y anilladas en los nudos, a veces, presenta raíces tablares bajas y redondas, su peso y dureza son medianos (8).

✓ Distribución geográfica

La *T. cumingiana* es una especie maderable que se encuentra en varios países de América Latina, incluyendo México, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. En el Ecuador, la especie se distribuye desde la costa de Esmeraldas hasta la provincia de El Oro, así como en el centro, norte y sur oriente del país; se encuentra comúnmente en bosques explotados y suele crecer en altitudes que oscilan entre los 100 y los 1.000 metros sobre el nivel del mar, la *T. cumingiana* se utiliza principalmente en la fabricación de muebles, carpintería y construcción, gracias a sus propiedades físicas y mecánicas. Sin embargo, debido a la sobreexplotación y la tala indiscriminada, se encuentra en peligro de extinción en algunos lugares donde se encuentra naturalmente. Por esta razón, es importante que se tomen medidas de conservación para proteger y preservar esta especie y su hábitat natural (8).

✓ Características edafoclimáticas

El *Triplaris cumingiana* tiene un rango de distribución que abarca desde el bosque húmedo tropical y premontano hasta el seco tropical (bh-T, bh-PM, bs-T) y se puede encontrar en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2800 metros. Por otro lado, el Fernán Sánchez se desarrolla en áreas de baja y mediana elevación en climas secos, húmedos o muy húmedos y es comúnmente encontrado en los bosques del Canal de Panamá y Ecuador. La temperatura media en la que crece esta especie es de alrededor de 23°C y puede soportar una precipitación anual de entre 700 y 2800 mm (8).

2.1.5.3. Cacao.

✓ Taxonomía

Dominio:	Eukaryota
Reino:	Plantae
Phylum:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malvales
Familia:	Malvaceae
Género:	<i>Theobroma</i>
Especie:	<i>cacao</i>
Nombre científico:	<i>Theobroma cacao</i> L
Nombre común:	Cacao

✓ Descripción botánica

El cacao es parte de la familia de las Malvaceae y su árbol puede alcanzar una altura de 10 metros. Los brotes florales emergen en las axilas de las hojas viejas, así como en el tronco y las ramas (fenómeno conocido como caulifloria). El árbol es capaz de florecer en cualquier época del año, siempre y cuando no haya largos periodos de sequía o variaciones de temperatura significativas durante el año. Después de la floración, las bayas tardan aproximadamente entre 5 y 6 meses en desarrollarse (9).

Las lluvias tempranas suelen marcar el surgimiento de las flores, las cuales son polinizadas por insectos. El fruto del cacao, que tiene una forma similar a la del pepino, mide alrededor de 25 cm de largo y 8 a 10 cm de diámetro, con un peso de entre 300 y 400 g. Su piel gruesa, que mide 20 mm de grosor, cubre la pulpa gelatinosa y agri dulce que contiene altos niveles de azúcar. En el interior de la fruta, se encuentran entre 25 y 50 semillas en forma de almendra dispuestas en 5 u 8 filas oblongas con un sabor amargo. Estas descripciones provienen del MAGAP (10).

Tabla 2. Características edafoclimáticas de *T. cacao* L

VARIABLES	PORCENTAJE ÓPTIMO
Precipitaciones	1.200 y 2.400 mm
Temperatura	25° C
Textura	franco a franco arcilloso y franco arenoso
Profundidad	1m
Pendiente	poca pendiente, -30%.
pH	6,0 a 6,5

2.1.6 Definición del incremento medio anual (IMA)

El incremento medio anual es la relación entre el volumen total acumulado y la edad de la especie actual, es una medida utilizada para describir la tasa promedio a la que algo crece o aumenta en un período de tiempo determinado. Esta medida es comúnmente utilizada para describir el crecimiento de ingresos, población, producción, entre otros. El cálculo del incremento medio anual se realiza dividiendo el cambio total en una cantidad determinada entre el número de años que abarca ese período (11).

2.1.7 Definición del incremento medio anual del área basal

El incremento medio anual del área basal se refiere a la cantidad promedio de crecimiento que experimenta la superficie basal de un bosque, por unidad de tiempo, generalmente medido en años. El área basal es una medida de la superficie transversal de los troncos de los árboles de un bosque, y se utiliza para estimar la cantidad de madera y biomasa que puede ser producida por ese bosque. El incremento medio anual del área basal es una medida importante para los silvicultores y los gestores de bosques, ya que les ayuda a

determinar la cantidad de madera y otros productos forestales que pueden ser cosechados de un bosque de manera sostenible, sin agotar los recursos del bosque. También es una medida útil para monitorear el crecimiento y la salud del bosque a lo largo del tiempo y evaluar los efectos de las prácticas de gestión forestal en el crecimiento y la salud del bosque (12).

2.1.8. Cacao y otros cultivos en los sistemas agroforestales

En los sistemas de producción de cacao se cultivan una variedad de cultivos para aprovechar el espacio y la tierra de manera más eficiente. Estos cultivos pueden ser de ciclo corto, bianuales o perennes y pueden incluir cacao, plátanos, yuca, guayusa, maíz, pastos y café; los sistemas de producción más comunes incluyen la combinación de cacao con plátanos, yuca, forestales y otros cultivos, como maíz y guayusa. En la Amazonía norte, donde se encuentra una gran cantidad de fincas de producción de cacao, también se cultivan café y pastos, mientras que el bosque natural aún está presente en el 60% de las fincas; en general, la combinación de diferentes cultivos en un sistema de producción puede ayudar a aumentar la producción y la sostenibilidad a largo plazo (5).

2.1.9. La prueba t de Student

La prueba t de Student, también conocida como el test de Student, es una técnica estadística utilizada para comparar dos muestras y determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de las dos poblaciones a partir de datos muestrales; esta prueba se basa en la distribución t de Student, que es una distribución de probabilidad que se utiliza para estimar la media de una población cuando el tamaño de la muestra es pequeño o la varianza de la población es desconocida, para realizar la prueba t de Student, se requiere una muestra aleatoria de cada población que se va a comparar. Se calcula la media y la desviación estándar de cada muestra y se utiliza esta información para calcular la estadística t (12).

Ecuación 1. La fórmula para la estadística t es:

$$t = (x_1 - x_2) / (s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^{0.5}$$

Donde; x_1 y x_2 son las medias de las dos muestras, s_1 y s_2 son las desviaciones estándar de las dos muestras, y n_1 y n_2 son los tamaños de las muestras. Luego, se compara la estadística t calculada con un valor crítico de t obtenido de una tabla de distribución t de Student con un nivel de significancia dado y los grados de libertad correspondientes. Si la estadística t calculada es mayor que el valor crítico de t , se rechaza la hipótesis nula de que las dos poblaciones tienen medias iguales. Si la estadística t calculada es menor que el valor crítico de t , no se puede rechazar la hipótesis nula (12).

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Evaluación del crecimiento *T. grandis* L. F. en un sistema silvopastoril en el recinto Mina Chica, cantón Velasco Ibarra, provincia del Guayas

Se llevó a cabo una investigación en una plantación de *T. grandis* L. F. de cinco años de edad, ubicada en el recinto Mina Chica, cantón Velasco Ibarra, provincia del Guayas. La plantación estaba establecida en un sistema agrosilvopastoril, y se realizó un inventario con una intensidad de muestreo del 23%, lo que significó la evaluación de tres fajas. Los resultados obtenidos indicaron un diámetro promedio de 13,16 cm, una altura comercial de 3,33 m y una altura total de 10,33 m. El volumen comercial promedio por árbol fue de 0,061 m³ y el volumen total promedio fue de 0,17 m³. Se evaluaron un total de 81 árboles por faja, y se identificaron 1053 árboles en las 13 fajas evaluadas, que corresponden a una hectárea de plantación. El incremento medio anual del diámetro fue de 2,63 cm, la altura comercial tuvo un incremento anual de 0,66 m, y el volumen comercial promedio tuvo un incremento anual de 0,012 m³ (10).

Además, se clasificó la calidad de los árboles según su estado fitosanitario en tres categorías: A (excelente), B (bueno) y C (malo). Para determinar el número de árboles por categoría diamétrica se establecieron tres rangos: A para diámetros mayores a 15,10 cm, B para diámetros entre 12,10 y 15,00 cm, y C para diámetros menores a 12,00 cm. Esto permitió conocer la cantidad de árboles que requerían raleo en la categoría C. Finalmente, se propuso un plan de manejo para los próximos años que incluye los componentes pastos, animales y forestal (10).

El sistema de pastoreo con árboles de *T. grandis* L.F. integrado en el pastizal no había sido manejado adecuadamente, lo que llevó a realizar una investigación para llevar a cabo un inventario de los árboles existentes y marcar aquellos que presentaban deformaciones, inclinación, bifurcaciones, enfermedades o daños por factores externos. Se clasificaron en tres categorías, A para árboles excelentes, B para buenos y C para malos. Se llevó a cabo un raleo fitosanitario de 468 árboles de la categoría C, quedando 585 árboles de calidad A y B como remanente. Una desventaja de tener una plantación en línea dentro de un sistema de pastoreo con árboles es que el componente animal también influye en el diámetro y la altura de los árboles, ya que el ganado los corta las puntas de las ramas de los árboles cuando aún son pequeños (10).

2.2.2. Estimación del crecimiento diametral en renovales de *Nothofagus obliqua* a partir del diámetro normal

El estudio buscó ajustar un modelo para estimar el crecimiento anual en diámetro periódico CAP de renovales de la especie *Nothofagus obliqua* utilizando como predictores el diámetro normal sin corteza DAP y el percentil de DAP en la parcela a la que pertenece, el modelo final obtenido mostró una relación lineal positiva entre el CAP y el inverso del DAP y el Per. Esto indica que los árboles más pequeños y aquellos en parcelas con DAP más alto tendrán una tasa de crecimiento más alta. El modelo explica el 51% de la variación total, lo cual es una cantidad significativa, y tiene una raíz del error medio cuadrático de 0,1152 cm, lo que indica que es un modelo preciso (9).

La inclusión del percentil de DAP como variable explicativa es una contribución importante de este estudio, ya que permite tener en cuenta la influencia del tamaño y la competencia de los árboles circundantes en el crecimiento de los renovales de *Nothofagus obliqua*. Esto tiene implicaciones importantes para la gestión forestal, ya que permite identificar los árboles con mayor potencial de crecimiento y diseñar estrategias de manejo que fomenten su desarrollo (9).

2.2.3. Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador

Se midió el crecimiento e incremento medio anual de las especies forestales establecidas a través de mediciones realizadas durante tres meses cada año. Se marcó cada árbol con

una marca circular roja a una altura de 1,30 m para medir el diámetro a esa altura y se utilizó el hipsómetro sunto para evaluar la altura. Se evaluaron varias variables, incluyendo supervivencia, diámetro, altura, volumen, diámetro de copa, forma de copa, apertura de dosel, índice de esbeltez e índice de espacio vital (13).

Las especies establecidas en 2005 tuvieron una tasa de supervivencia promedio del 47,22%. Las especies con las tasas más altas de supervivencia fueron *Platymiscium pinnatum*, *Lafoensia* cf. *punicifolia* y *Clarisia biflora*, mientras que las especies con tasas más bajas de supervivencia incluyeron *Dacryodes peruviana*, *Tabebuia chrysantha* y *Swietenia macrophylla*. Las especies plantadas en 2009 tuvieron una tasa de supervivencia promedio del 70,99%. Las especies con las tasas más altas de supervivencia fueron *Nectandra* sp., *Apeiba aspera*, *Guarea kunthiana*, *Albizia* sp., *Piptocoma discolor* y las especies con tasas más bajas de supervivencia incluyeron *Podocarpus tepuiensis*, *Triplaris cumingiana* y *Jacaranda copaia* (13).

Las especies establecidas en 2005 que tuvieron el mayor crecimiento e incremento medio anual en diámetro a 1,30 m, altura y volumen incluyeron *Cedrelinga cateniformis*, *Persea* sp., *Huerteia glandulosa*, *Lafoensia* cf. *punicifolia*, *Platymiscium pinnatum*, *Clarisia biflora* y *Vitex cymosa*. Las especies plantadas en 2009 que tuvieron el mayor crecimiento incluyeron *Nectandra* sp., *Terminalia oblonga*, *Apeiba aspera*, *Guarea kunthiana*, *Caryodendron orinocense*, *Terminalia Amazonía*, *Albizia* sp., *Ochroma pyramidale*, entre otras (13).

2.2.4. Desempeño fisiológico de nueve genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo la sombra de tres especies forestales en Santander, Colombia

Se ha practicado durante mucho tiempo en países latinoamericanos un método alternativo de producción conocido como sistemas agroforestales dinámicos que imitan a los bosques naturales y ofrecen diversos beneficios como la mejora de la fertilidad del suelo, la reducción de la presión de enfermedades y plagas, la disminución de la erosión y la diversificación de los ingresos financieros. La asociación de cultivos de cacao con especies maderables de rápido crecimiento y otros cultivos como musáceas contribuyen

a los requisitos de sombra del cultivo de cacao, lo que permite generar ingresos con la venta de productos a corto y largo plazo (14).

Un estudio realizado en Santander, Colombia, evaluó cómo diferentes variedades de cacao se comportan en diferentes condiciones de sombra en un entorno específico. Los nueve genotipos de cacao fueron cultivados bajo la sombra de tres especies de árboles forestales: *Ceiba pentandra*, *Erythrina poeppigiana* y *Gliricidia sepium*. El estudio examinó diferentes parámetros fisiológicos de los nueve genotipos de cacao, como el crecimiento de la planta, la producción de biomasa, la tasa de fotosíntesis, la eficiencia del uso del agua y la concentración de clorofila en las hojas. Los resultados demostraron que algunos genotipos de cacao son más tolerantes a la sombra que otros y que algunos se desempeñan mejor bajo la sombra de ciertas especies de árboles (14).

En general, se encontró que la especie de árbol *Ceiba pentandra* proporcionó la sombra más beneficiosa para el crecimiento y desarrollo del cacao. Además, se descubrió que algunos genotipos de cacao, como el CCN-51 y el TSH 1188, tuvieron un buen desempeño bajo las tres especies de árboles, mientras que otros genotipos, como el CCRP 30 y el ICS 1, tuvieron un rendimiento inferior bajo la sombra (14).

Los resultados de este estudio demuestran la importancia de seleccionar cuidadosamente las especies de árboles bajo las cuales se cultiva el cacao y la elección de los genotipos más adecuados para un entorno particular. La utilización de sistemas agroforestales dinámicos puede ser una estrategia rentable y sostenible para los productores de cacao, ya que les permite diversificar sus ingresos y mejorar la productividad y la calidad del cultivo (14).

Además, la utilización de sistemas agroforestales puede contribuir a la conservación de la biodiversidad, ya que se promueve la regeneración natural y la protección de los bosques. En este sentido, es importante que los productores adopten prácticas agroecológicas que respeten los principios de la conservación y uso sostenible de los recursos naturales (14). Los sistemas agroforestales dinámicos son una alternativa sostenible y rentable para la producción de cacao y otros cultivos en países latinoamericanos. La selección adecuada de especies de árboles y genotipos de cacao

puede mejorar la productividad y la calidad del cultivo, y contribuir a la conservación de la biodiversidad y la protección de los bosques (14).

2.2.5. Determinación del incremento volumétrico e índice de sitio en plantaciones de teca en la Hacienda “La Balsa” Recinto “Cerritos” Cantón Balzar

En el campo de la investigación forestal, se disponen de varias herramientas que facilitan el manejo y la interpretación de los datos recopilados de las parcelas de crecimiento permanentes, el suelo, el clima y el cultivo en general. Entre estas herramientas de análisis, destacan la metodología de determinación del crecimiento volumétrico, que proporciona una estimación del crecimiento de los árboles en un período de tiempo específico. También se encuentra la calidad del sitio, que nos permite evaluar el grado de productividad o aptitud para el desarrollo de la teca en una determinada área, a partir del índice de sitio y datos extraídos de un cultivo (12).

También se utilizan herramientas de mapeo y análisis espacial como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que nos permiten integrar información sobre la ubicación geográfica de nuestras parcelas, la topografía, el clima y otros factores relevantes para el crecimiento de los árboles, otras herramientas comunes en el estudio de bosques son los inventarios forestales, que se llevan a cabo para obtener información detallada sobre la cantidad, calidad y distribución de los árboles en una parcela determinada. Estos inventarios también pueden proporcionar información sobre la edad, el diámetro, la altura y otros aspectos relevantes de los árboles, lo que permite una gestión más efectiva de los recursos forestales (12).

Además, existen herramientas de análisis estadístico que nos permiten modelar y predecir el crecimiento y la productividad de los árboles en función de diversos factores, lo que puede ser útil para la planificación y la toma de decisiones en la gestión forestal, el estudio de bosques requiere el uso de diversas herramientas y técnicas para recopilar, analizar e interpretar información relevante sobre los árboles, el suelo, el clima y otros factores que influyen en el crecimiento y la productividad de los bosques. La combinación adecuada de estas herramientas puede ayudar a los gestores forestales a tomar decisiones más informadas y efectivas para la gestión y conservación de los recursos forestales (12).

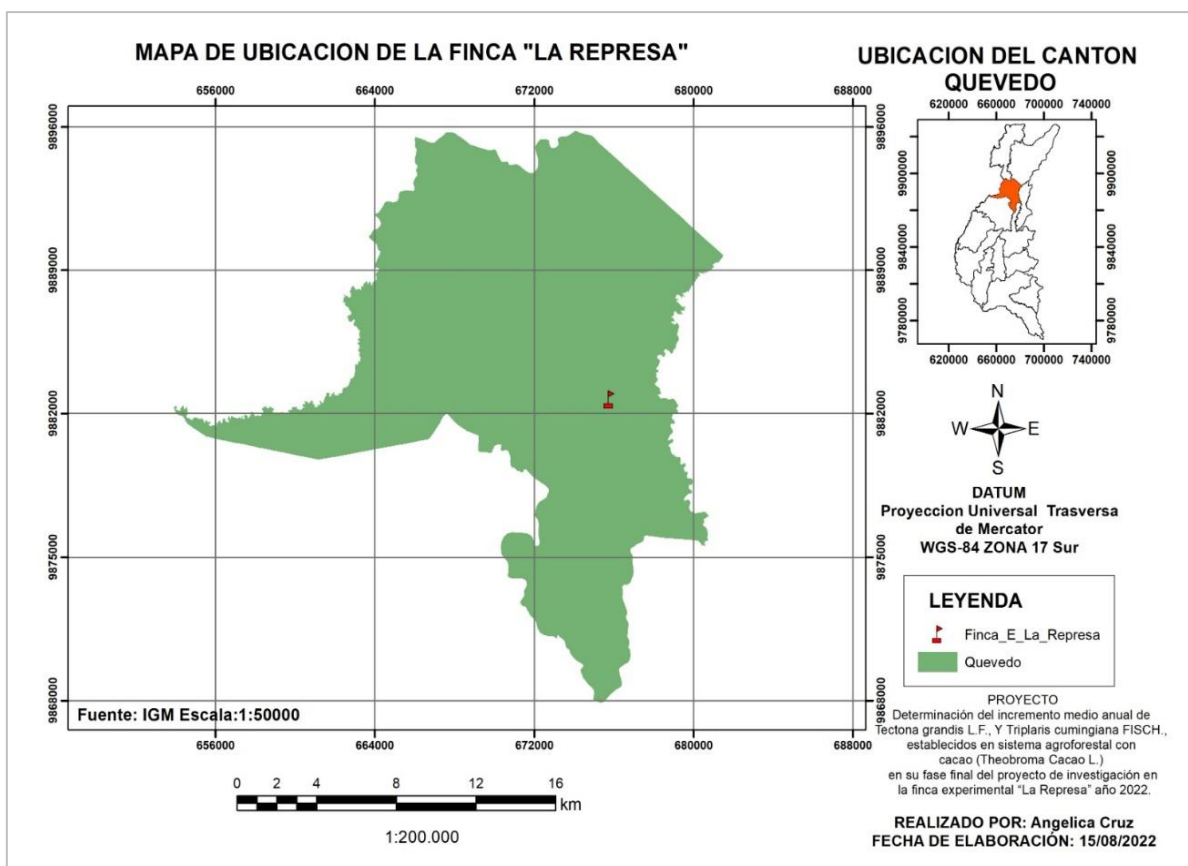
CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El sitio de estudio se encuentra ubicado en la Finca Experimental “La Represa”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos (675747.00 E, 9882713.00 S), ubicada en la parte alta de la cuenca del Río Guayas a 90 m de altitud, con características de bosque húmedo tropical, topografía del terreno irregular, suelo tipo inceptisoles, textura franco arcilloso y pH 5,9 INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2).

Figura 1. Mapa de la ubicación de la finca La Represa



3.2. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo descriptiva, porque se realizará la descripción de las especies, en virtud de las variables altura y el DAP, esta investigación se realizará un proyecto en desarrollo que inicio en el año 2008. Una investigación descriptiva es un tipo

de investigación que tiene como objetivo describir un fenómeno o situación en detalle, en este tipo de investigación, el investigador no trata de explicar las causas o razones detrás del fenómeno, sino que se enfoca en recopilar y analizar datos para proporcionar una descripción precisa y detallada del mismo.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método analítico

El método analítico es un enfoque sistemático para resolver problemas que implica la descomposición de un problema complejo en partes más simples y manejables, y luego el análisis detallado de cada parte individual para comprender mejor el problema en su totalidad; es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo descomponiéndose en sus partes o elementos para observar las causas, naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular (15).

3.3.2. Método inductivo

Es un método para adquirir conocimientos, afirmaba que los pensadores no debían esclavizarse aceptando como verdades absolutas las premisas transmitidas por las autoridades en la materia. En su opinión, el investigador tenía que establecer conclusiones generales basándose en hechos recopilados mediante la observación directa (15).

3.3.3. Método sintético

El método sintético es una forma de razonamiento científico, el cual tiene como objetivo principal resumir los aspectos más relevantes de un proceso; el método sintético es un enfoque de análisis utilizado en diversas áreas del conocimiento, desde la lógica y la matemática hasta la filosofía y las ciencias sociales. Este método se basa en la construcción de un conocimiento complejo a partir de elementos más simples, a través de la síntesis de diferentes ideas, hechos o conceptos (15).

En términos generales, el método sintético implica la recolección de datos y la observación de fenómenos para luego combinarlos y construir una teoría o explicación

general que dé cuenta de todos ellos. Se parte de una serie de premisas o proposiciones básicas y se va desarrollando una estructura lógica que integra estas premisas en una explicación más compleja (15).

3.4. Fuentes de recopilación de información

3.4.1 Fuentes Primarias

Este tipo de información se la realiza a través de la toma de datos en la fase de campo. Las fuentes de recopilación primaria son aquellas que proporcionan información de primera mano, es decir, datos originales que se han recopilado directamente de la fuente o de una persona que tiene conocimiento directo sobre el tema en cuestión.

3.4.2 Fuentes Secundarias

Las fuentes de recopilación secundaria son aquellas que recopilan y analizan datos que han sido recopilados por otras personas o entidades; estas fuentes suelen ser una recopilación de datos que ya han sido publicados en algún lugar. La información seleccionada en la presente investigación se la recopiló de libros, artículos científicos provenientes de revistas como Scielo, Redalyc, Simposium, tesis de maestrías.

3.5. Diseño de la investigación

3.5.1 Experimental

El estudio se realizará en un área experimental de sistema agroforestal de *T. grandis*, y *T. cumingiana*, que se asocia con *T. Cacao*, establecida hace catorce años. Se encuentran plantados a una distancia de 9 x 9 m. Se aplicará un diseño completamente al azar, con nueve repeticiones y dos tratamientos y 18 unidades muestrales. Para las comparaciones de medias de los tratamientos se utilizó a prueba de “t” de Student al 5% de probabilidad de error.

Tabla 3. Análisis de varianza del experimento

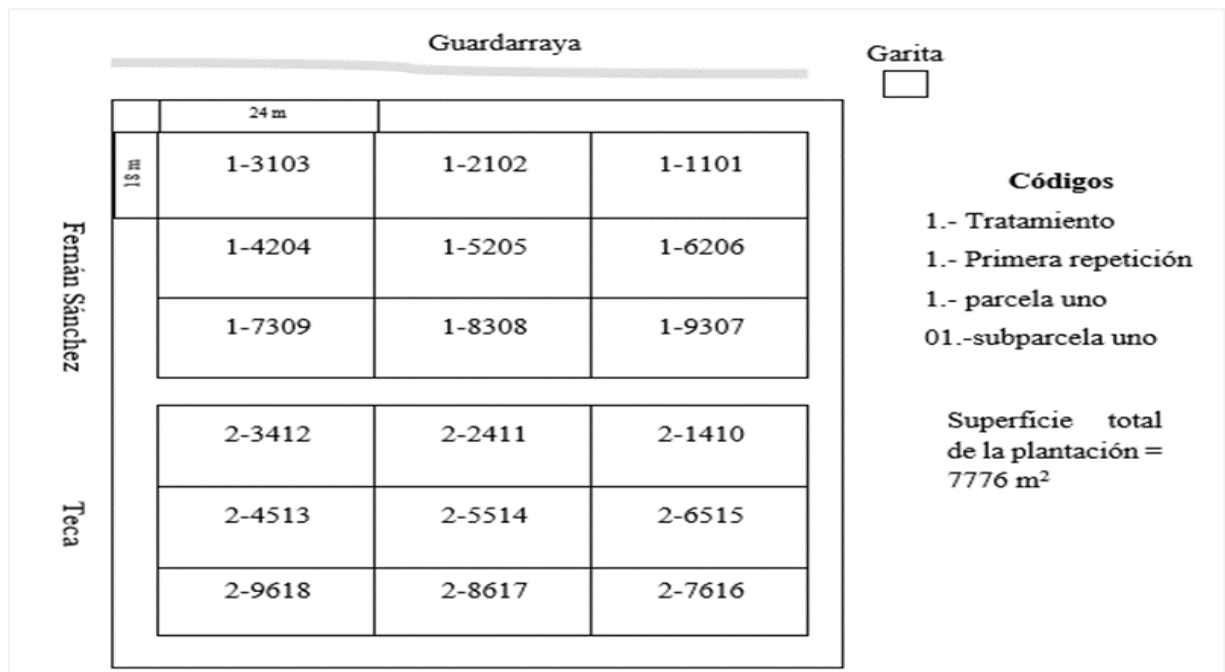
FV.	GL.
Tratamiento	1
Error	16
Total	17

Nota. Fuente de variación (FV); grados de libertad (GL).

3.5.2. Establecimiento de las unidades de muestreo (UM)

Se estableció un total de 18 unidades de muestreo de 24 x 18 m (324 m²). Cada bloque conto con 63 unidades de estudio para cada especie. En cada parcela se registraron los datos de DAP y altura total y comercial de las especies forestales que conformaron la parcela.

Figura 2. Distribución de parcelas



3.6. Instrumento de investigación

Los instrumentos de investigación son herramientas que se utilizan para recopilar datos y obtener información en un estudio o investigación; estos instrumentos pueden ser cuestionarios, entrevistas, escalas de medición, pruebas, observaciones, entre otros, cada

instrumento de investigación se diseña de acuerdo con los objetivos y las preguntas de investigación del estudio en cuestión. Para realizar la investigación se utilizará un computador para redactar el documento, internet para investigar, la biblioteca, papel y lápiz para anotar los datos recolectados en el campo, entre otros materiales y equipos.

3.7. Tratamiento de los datos

Fórmulas para implementar en el análisis de la información. Para el análisis de los datos se calcularon los valores de Incremento medio anual en DAP y Altura. Los valores de DAP, IMA y Volumen para efectos de esta investigación se determinaron como sigue:

Ecuación 2. Formula de diámetro

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}, \text{ donde;}$$

DAP = Diámetro a la altura del pecho

CAP = Circunferencia a la altura del pecho

Ecuación 3. Formula del área basal

$$G = \frac{DAP^2 \times \pi}{4}, \text{ donde;}$$

G = Area basal

DAP = Diámetro a la altura del pecho

Ecuación 4. Formula del volumen

$$V = G \times H(F), \text{ donde;}$$

V = Volumen

G = Area basal

H = Altura

F = Factor de forma en latifoliadas (0,6)

Ecuación 5. Fórmula del incremento medio anual de una plantación

$$IMA = \frac{Y}{t}$$

Donde:

IMA= Incremento Medio Anual

y= Volumen total acumulado por hectárea

t=Edad de la plantación

Ecuación 6. Fórmula para calcular el IMA del área basal

$$IMA (G) = \frac{0.7854 * (DAP)^2}{t}$$

Donde:

IMA (G) = Incremento Medio Anual del Área Basal

DAP= Diámetro a la altura del pecho (m2)

t= Edad de la plantación

3.7.1. Variables para evaluar

Para el presente estudio se implementará la metodología implementada por en su investigación sobre el crecimiento y realizar el análisis de los datos se calcularon los valores de DAP y Altura. Los valores de DAP, IMA, y Volumen para efectos de esta investigación se determinarán.

- a) IMA de DAP
- b) IMA de altura total y comercial
- c) IMA de volumen total y comercial
- d) IMA del área basal

3.7.2. Tratamientos

- a) Asociación de *T. grandis* con *T. cacao*.
- b) Asociación de *T. cumingiana* con *T. cacao*.

3.7.3. Análisis estadístico

Se utilizó el programa estadístico InfoStat 2020. También se aplicará la prueba de “t”.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Materiales

- ❖ Cinta Métrica (50m)
- ❖ Hoja de Campo
- ❖ Lápiz
- ❖ Flexómetro (10m)
- ❖ Botas

3.8.2. Equipos

- ❖ GPS (Garmin)
- ❖ Hipsómetro (haga)
- ❖ Computadora (Viewsonic)
- ❖ Impresora (Epson, L3110).

3.8.3. Material de oficinas

- ❖ Word 2016
- ❖ Power Point 2016
- ❖ ArcMap 10.5
- ❖ Excel 2016
- ❖ InfoStat 2020

3.8.4. Material biológico

- Teca (*Tectona grandis*)
- Fernán Sánchez (*Triplaris cumingiana*)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Porcentaje de supervivencia *T. grandis* y *T. cumingiana* en sistemas agroforestal con *T. cacao*

En la presente investigación, se registró 62 individuos o arboles de *T. cumingiana* y 50 de *T. grandis*. Dando un porcentaje de supervivencia de 98% y 79% respectivamente. A pesar de esta diferencia, supera en crecimiento en altura total, altura comercial, volumen total, volumen comercial y en área basal, no con mucha diferencia a la *T. grandis*. La diferencia más notable es en diámetro con un 62% mayor que el *T. cumingiana*.

Tabla 4. Promedio de DAP, HT, HC, de *T. grandis* y el *T. cumingiana* a los 14 años.

Especie	DAP (cm)	HT (m)	HC(m)
<i>T. grandis</i>	43.26	19.15	8.78
<i>T. cumingiana</i>	26.58	18.98	8.38
CV (%)	7.63	5.77	8.13

Nota. DAP = Diámetro a la altura de pecho; HT = altura total; HC = altura comercial

4.1.2. Crecimiento en volumen total y comercial, y área basal de *T. grandis* *T. cumingiana*.

La *T. grandis* y *T. cumingiana* a los 14 años de vida, presentaron un crecimiento promedio tal como se expresa en la tabla 5. Se puede observar el crecimiento de *T. cumingiana* en volumen comercial y volumen total de la plantación no se adapta a la asociación con un monocultivo, aunque la *T. grandis* sea mejor en crecimiento presenta problemas de enfermedad y mal estado fitosanitario por su alto índice de mortandad.

Tabla 5. Promedio de Vt; Vc y g de *T. grandis* y de *T. cumingiana* a los 14 años.

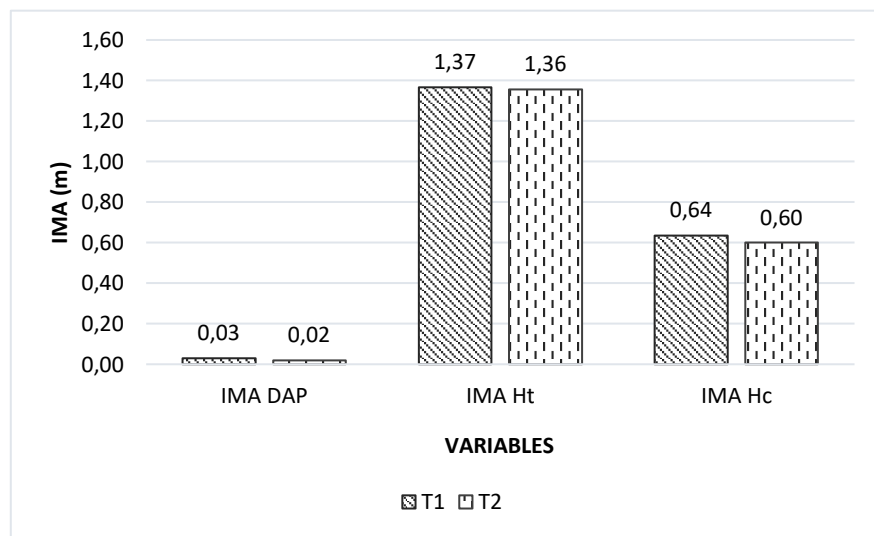
Especies	Vt (m ³)	Vc (m ³)	g(m ²)
<i>T. grandis</i>	1.74	0.81	0.15
<i>T. cumingiana</i>	0.33	0.15	0.03
CV (%)	25.06	26.35	16.51

Nota. Vt = volumen total; Vc = volumen comercial; g= area basal

4.1.3. Incremento medio anual de diámetro a la altura del pecho; altura total y comercial de *T. grandis* y *T. cumingiana*.

La *T. grandis* y *T. cumingiana* son especies de árboles con diferentes tasas de crecimiento y requisitos ambientales. El incremento de crecimiento anual promedio de estas especies puede variar dependiendo de varios factores, como las condiciones del suelo, el clima y la densidad de plantación. En general, el incremento de crecimiento anual de *T. grandis* en diámetro puede variar de 0,3 a 0,5 cm, y en altura puede variar de 1 a 1,5 metros por año, como se mencionó anteriormente. Por otro lado, *T. cumingiana*, también conocida con sus nombres comunes como fernan sanchez, muchina, entre otros, es una especie arbórea de rápido crecimiento originaria de América del Sur. Su incremento medio anual en diámetro puede variar de 0,02 a 1 cm, y en altura puede variar de 1,3 a 2 metros por año. Vale la pena señalar que estas tasas de crecimiento no son fijas y pueden variar según las condiciones ambientales en las que se plantan los árboles. Además, la tasa de crecimiento de un árbol puede variar según su edad y etapa de desarrollo.

Figura 3. Incremento de DAP, altura total y comercial

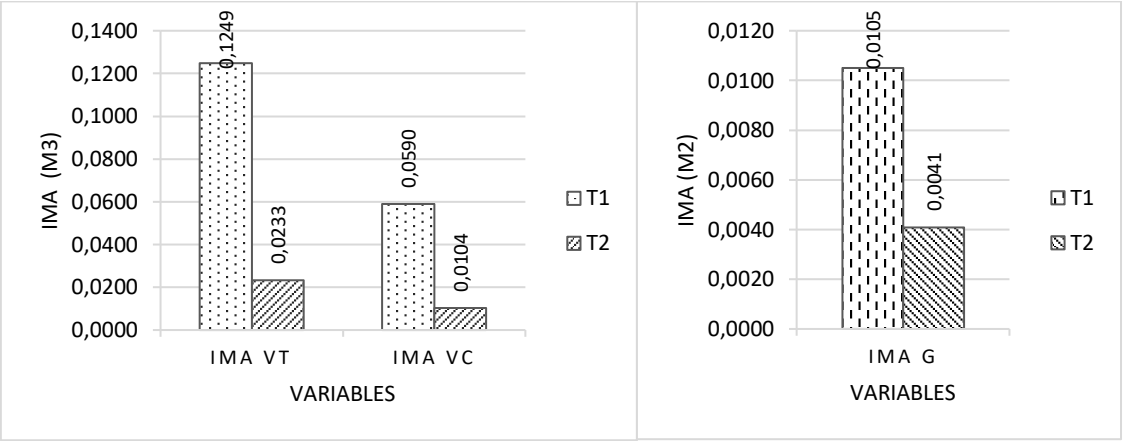


4.1.4. Incremento medio anual de area basal, volumen total y comercial de *T. grandis* y *T. cumingiana*.

El IMA obtenido en el presente estudio se lo obtuvo empleando Excel 2016. En la figura 4 se puede observar el incremento medio anual que han experimentado las dos especies en el transcurso de estos 14 años. La *T. grandis* a pesar de que su densidad de población

sea inferior a la de la *T. cumingiana*, es mejor en el crecimiento e incremento de todas sus variables.

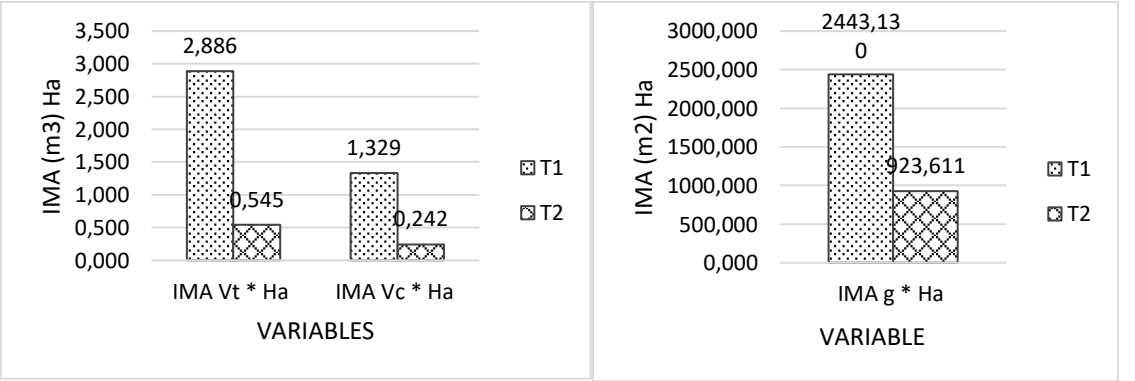
Figura 4. Incremento medio anual de área basal, volumen total y comercial de *T. grandis* y el *T. cumingiana*



4.1.5. Incremento medio anual de área basal (G), volumen total (Vt) y comercial (Vc) por hectárea

El incremento medio anual de área basal (G) y volumen total (Vt) y comercial (Vc) de la *T. grandis* y *T. cumingiana* puede variar según diversos factores, como el clima, la calidad del suelo, el manejo forestal y la densidad de plantación. En general, se considera que la *T. grandis* es una especie de rápido crecimiento y alto valor comercial, mientras que el *T. cumingiana* es una especie nativa de América del Sur con un crecimiento más lento y utilizada principalmente para la producción de madera aserrada y otros productos.

Figura 5. IMA por hectárea de Vt; Vc; g de *T. grandis* y *T. cumingiana*



Es importante tener en cuenta que los valores de G, Vt y Vc pueden variar ampliamente según la región y las condiciones específicas del bosque, como la especie de árboles, la edad, la densidad y la salud del bosque, así como las prácticas de gestión forestal que se utilicen.

4.2. Discusión

Según los datos publicado por España (11), el incremento medio anual de la *T. grandis* con relación al volumen a los 13 años tuvo un incremento de (0.1601), mientras que en la *T. grandis* de 14 años tuvo (0,1249). En la *T. cumingiana* tuvo un promedio de (0.0272) mientras que en la de catorce años (0,0233). Para Cabrera, *et al.* (2), a los 5 años de las especies estudiadas en la finca experimental la represa un IMA de (0,0530) en volumen total. Según Aguirre, *et al.* (13), el *T. cumingiana* presento baja supervivencia, al contrario de los resultados encontrados en el cantón Quevedo que presento un porcentaje de supervivencia del 98%, lo que muestra su adaptación a la zona.

En altura total, según Cabrera, *et al.* (2), obtuvo una diferencia de 3, 21 m a los 5 años de edad de las especies estudiadas; mientras que a los 14 años de edad se obtuvo una diferencia en cm, esto probablemente, porque existieron arboles *T. grandis* muertos, a diferencia del *T. cumingiana* que tuvo una supervivencia alta. Según España (11), la *T. grandis* y el *T. cumingiana* a los 13 años obtuvo una diferencia de 5 m a favor del *T. grandis*. Y en altura comercial España (11), tuvo un IMA de 0.70 para *T. grandis* y 0.52 para *T. cumingiana*; en cambio y a los 14 años se ha obtenido 0.64 y 0.60, presentando mayores resultados para la teca en el cantón Vines.

En área basal para Cabrera, *et al.* (2), la *T. grandis* presento en IMA 0,0058 m² y *T. cumingiana* 0,0031 m², esta misma plantación a los 14 años tuvo un IMA de 0,1516 m² y 0,0283 m², teniendo un incremento de 0.1458 m² en el transcurso de estos 9 años. Para España (11), a los trece años tuvo incremento basal de 0.0126 m² y 0.0031 m², presentando un incremento de 0.1390 m² menos que los encontrados a los 14 años.

En cuanto al DAP obtenido de 43,56 cm para la *T. grandis* y 27,01 cm para *T. cumingiana* se asemejan a los de España (11), 45.64 para la teca y 22.21 para el fernan sánchez,

mientras que el autor Cabrera, *et al.* (2), a los 5 años obtuvo 18,27 cm en promedio respecto a la primer especie y 13,61 cm en cuanto a la segunda especie de estudio, es decir que desarrollo 25,29 cm en 9 años.

Para España (11), el IMA por hectárea del volumen de *T. grandis* y *T. cumingiana* a los 13 años fue de 8.53 m³ para la primera especie y 1.53 m³ para la segunda especie, a diferencia de los resultados encontrados en esta investigación son de 2.886 m³ para *T. grandis* y 0.545 m³ para *T. cumingiana*.

En resumen, el incremento medio anual de *Tectona grandis* y *Triplaris cumingiana* en los sistemas agroforestales varía según varios factores, y es importante considerar estos factores al evaluar el crecimiento de estas especies de árboles en los sistemas agroforestales. Los sistemas agroforestales tienen el potencial de mejorar la productividad de estas especies de árboles al tiempo que brindan múltiples beneficios para el medio ambiente y las comunidades locales.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ Las especies de árboles *T. grandis* y *T. cumingiana* tienen diferentes tasas de crecimiento y requisitos ambientales. El incremento medio anual de estas especies puede variar según varios factores, como las condiciones del suelo, el clima y la densidad de plantación. *T. grandis* tiene una tasa de crecimiento anual promedio más alta que *T. cumingiana* en términos de diámetro y altura, aunque estas tasas no son fijas y pueden variar según las condiciones ambientales en las que se plantan los árboles. Según los resultados obtenidos el IMA en volumen de la *T. grandis* y *T. cumingiana*, es de 0.1249 y 0.0233 respectivamente, en el IMA del área basal es 0.0105 y 0.0041; en altura es de 1.37 m y 1.36 m. Además, la tasa de crecimiento de un árbol puede variar según su edad y etapa de desarrollo. Estos factores deben tenerse en cuenta al seleccionar y plantar árboles para garantizar el éxito de la plantación y la salud o supervivencia a largo plazo de los árboles.

- ✓ Con el análisis de varianza realizado se encontró que si existe diferencias significativas en el crecimiento en DAP estas dos especies. Se encontró que la *T. grandis* es mayor en DAP, que *T. cumingiana*. Los cálculos indican que el valor del estadístico t es de 12,28. Si se asume un nivel de significación del 5%, el valor crítico de t para una cola es de 1,75. El valor p es de 7,38. Como el valor p es menor que el nivel de significación (0,05), se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay evidencia estadística para afirmar que hay una diferencia significativa entre las medias de las dos poblaciones. Por lo tanto, podemos concluir que hay una diferencia significativa entre las medias de las dos poblaciones, y que la población representada por la muestra *T. grandis* tiene una media mayor que la población representada por la muestra *T. cumingiana*.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar este tipo de investigación en combinación con otro tipo de cultivo como naranjas, mandarinas u otro tipo de crítico.
- Realizar ensayos con cultivos de ciclo corto como el maíz, el arroz, en las primeras etapas de la *T. grandis* y *T. cumingiana*.
- Realizar ensayos con cultivos de banano y *T. grandis* y *T. cumingiana*.
- Realizar un manejo adecuado de la fertilización en el sistema agroforestal, para que las plantas reciban los nutrientes necesarios para su crecimiento.
- Controlar las plagas y enfermedades que puedan afectar a las plantas, mediante prácticas de manejo integrado de plagas.
- Realizar un adecuado manejo del suelo, para que las plantas puedan crecer y desarrollarse de manera óptima.
- Realizar un manejo adecuado de la fertilización en el sistema agroforestal, para que las plantas reciban los nutrientes necesarios para su crecimiento.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

1. Mazo ND los Á, Rubiano JE, Castro A. Sistemas agroforestales como estrategia para el manejo de ecosistemas de Bosque seco Tropical en el suroccidente colombiano utilizando los SIG. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía. 9 de febrero de 2016;25(1):65-77.
2. Cabrera CA, Suatunce PJ, Cervantes JW, Tapia MV. Determinación del incremento medio anual de *Tectona grandis* L.F., Y *Triplaris cumingiana* FISCH., establecidos en sistema agroforestal con cacao (*Theobroma Cacao* L.). Polo del Conocimiento. 5 de julio de 2019;4 (7):23.
3. Sosa M. Crecimiento e incremento de la regeneración natural de *Pinus teocote* Schl et Cham en rodales localizados al Sureste de Coahuila y Sur de Nuevo León. [Título profesional]. [México]: Universidad autónoma Agraria Antonio Narro; 2001.
4. Wabo E. capítulo 4: crecimiento de árboles. curso de biometría forestal - guía de Clases. 2002.
5. Caicedo C. Sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.), en la Amazonía ecuatoriana: Un enfoque agroecológico [Posgrado]. [Córdoba]: Universidad de Córdoba; 2019.
6. Ramasami Y, Galeano E, Thwe W. The Teak Genome. Primera. Springer, editor. Vol. I. Canadá; 2021. 1-88 p.
7. Borja PJ. Crecimiento de teca (*Tectona grandis* L.) en diferentes Inceptisoles, en la hacienda El Belén del Sector Boyería, Cantón Palenque, Provincia de Los Ríos". Ecuador; 2014.
8. Crespo R, Romero EJ, Cunuhay PS, Law G, Fonseca CS. análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de la madera de fernán sánchez (*Triplaris cumingiana* Fish. Mey.) de Quevedo y Balzar. Ciencia y Tecnología. mayo de 2008;1(79-85):1-7.
9. Corvalán P. estimation of diametral growth in secondary beech forests from measurement of diameters in traditional plots estimativa do crescimento diametral em renovações de *Nothofagus obliqua* do diâmetro normal. Redalyc [Internet]. 2 de diciembre de 2018;43(8):585-9. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/339/33957744008/html/>

10. Cabrera CA, Salvatierra DM, Alcívar JL, Morán JJ, Franco cd. evaluación del crecimiento *Tectona grandis* l. f. en un sistema silvopastoril en el recinto mina chica, Cantón Velasco Ibarra, provincia del Guayas. Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS. 2022;4(6).
11. España MM. Determinación del Incremento Medio Anual (IMA) de *Tectona grandis* L.f. (teca) y *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey (fernan sánchez) establecidos en un sistema agroforestal con *Theobroma cacao* L. (cacao) en el cantón Vines, provincia de Los Ríos. Los Ríos; 2022.
12. Daniel N, Guzmán M. “Determinación del Incremento Volumétrico e Índice de Sitio en Plantaciones De Teca en la Hacienda «La Balsa» Recinto «Cerritos» Cantón Balzar.” [Ecuador]: Escuela Superior Politécnica Del Litoral; 2016.
13. Aguirre Z, Gaona T, Placios B. Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador. Revista CEDAMAZ. 2014;4(1):62-75.
14. Tapia CA, Sanchez FD, Vásconez GH, Barrera AE, Mora R V., Diaz GT, et al. Temporal assay of cocoa agroforestry systems in the Ecuadorian humid tropic. Bionatura. 2021;6(4):2295-302.
15. Almarales, OL, Chelán E. El método fónico analítico sintético: una vía para la enseñanza de la lecto escritura. 2017;(2):92-101. Disponible en: <http://luz.uho.edu.cu>

ANEXOS

Anexo 1. Datos de campo

FORMULARIO DE CAMPO																
		FECHA:	26/11/2022	RESPONSABLE:	Angelica Beatriz Cruz Cedeño		PARCELA N°:	9	SITIO:	Finca Experimental "La Represa"						
Tratamiento	Repeticiones	N° PARC	No. arbol	Family	Scientific name	Nobre común	DAP (cm)	CAP (cm)	Hc	Ht	Area basal (g)	Volumen total (m³)	Volumen Comercial (m³)	Ubicación		OBSERVACIONES
														X	Y	
2	1	1	1	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	48,70	153	8	20,5	0,1863	2,29	0,89			
2	1	1	1	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	46,15	145	13	20,5	0,1673	2,06	1,31			
2	1	1	1	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	38,20	120	10	21	0,1146	1,44	0,69			
2	1	1	1	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	42,34	133	11	22	0,1408	1,86	0,93			
2	1	1	1	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	49,97	157	10	22	0,1962	2,59	1,18			
2	1	1	1	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	35,97	113	5	15	0,1016	0,91	0,30			
2	1	1	1	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	46,15	145	8	21	0,1673	2,11	0,80			
2	1	1	1	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	47,75	150	13	21	0,1790	2,26	1,40			
2	1	1	1	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	46,79	147	15	22	0,1720	2,27	1,55			
2	1	2	2	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	29,28	92	3	10	0,0674	0,40	0,12			
2	1	2	2	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	45,20	142	7	20	0,1605	1,93	0,67			
2	1	2	2	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	49,97	157	10	19	0,1962	2,24	1,18			
2	1	2	2	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	41,06	129	8	19	0,1324	1,51	0,64			
2	1	2	2	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	40,11	126	10	20	0,1263	1,52	0,76			
2	1	2	2	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	45,84	144	10	21	0,1650	2,08	0,99			
2	1	2	2	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	39,47	124	8	19	0,1224	1,39	0,59			
2	1	2	2	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	46,15	145	13	20	0,1673	2,01	1,31			
2	1	2	2	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	43,61	137	8	20	0,1494	1,79	0,72			
2	1	3	3	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	38,52	121	3	10	0,1165	0,70	0,21			
2	1	3	3	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	39,15	123	6	18	0,1204	1,30	0,43			
2	1	3	3	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	41,70	131	5	15	0,1366	1,23	0,41			
2	1	3	3	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	36,92	116	8	15	0,1071	0,96	0,51			
2	1	3	3	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	42,65	134	6	12	0,1429	1,03	0,51			
2	1	3	3	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	45,52	143	8	15	0,1627	1,46	0,78			
2	1	3	3	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	49,34	155	7	14	0,1912	1,61	0,80			
2	2	4	4	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	44,24	139	9	15	0,1538	1,38	0,83			
2	2	4	4	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	31,63	100	6	14	0,0796	0,67	0,29			
2	2	4	4	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	38,20	120	9	14	0,1146	0,96	0,62			
2	2	5	5	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	28,97	91	5	10	0,0659	0,40	0,20			
2	2	5	5	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	34,06	107	8	14	0,0911	0,77	0,44			
2	2	5	5	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	39,47	124	10	18	0,1224	1,32	0,73			
2	2	5	5	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	52,52	165	8	20	0,2166	2,60	1,04			
2	2	5	5	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	33,74	106	7	15	0,0894	0,80	0,38			
2	2	5	5	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	34,06	107	5	15	0,0911	0,82	0,27			
2	2	6	6	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	37,88	119	8	20	0,1127	1,35	0,54			
2	2	6	6	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	38,20	120	8	20	0,1146	1,38	0,55			
2	2	6	6	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	45,20	142	13	21	0,1605	2,02	1,25			
2	2	6	6	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	44,88	141	13	21	0,1582	1,99	1,23			
2	2	6	6	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	51,88	163	10	21	0,2114	2,66	1,27			
2	3	7	7	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	46,15	145	7	21	0,1673	2,11	0,70			
2	3	7	7	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	55,70	175	9	21	0,2437	3,07	1,32			
2	3	7	7	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	49,97	157	10	21	0,1962	2,47	1,18			
2	3	7	7	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	39,47	124	11	19	0,1224	1,39	0,81			
2	3	7	7	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	52,52	165	8	21	0,2166	2,73	1,04			
2	3	8	8	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	39,15	123	8	21	0,1204	1,52	0,58			
2	3	8	8	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	42,97	135	7	18	0,1450	1,57	0,61			
2	3	8	8	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	35,65	112	10	20	0,0998	1,20	0,60			
2	3	8	8	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	46,79	147	6	15	0,1720	1,55	0,62			
2	3	8	8	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	54,43	171	10	20	0,2327	2,79	1,40			
2	3	8	8	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	38,52	121	8	14	0,1165	0,98	0,56			
2	3	9	9	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	34,70	109	6	12	0,0945	0,68	0,34			
2	3	9	9	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	48,06	151	8	21	0,1814	2,29	0,87			
2	3	9	9	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	42,65	134	8	21	0,1429	1,80	0,69			
2	3	9	9	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	47,11	148	10	21	0,1743	2,20	1,05			
2	3	9	9	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	28,33	89	2	10	0,0630	0,38	0,08			
2	3	9	9	Lamiaceae	Tectona grandis L.T	Teca	46,47	146	10	22	0,1696	2,24	1,02			
TOTAL:							2380,32	7478,00	470,00	1008,00	8,13	91,03	42,75			
PROMEDIO:							42,51	133,54	8,39	18,00	0,15	1,63	0,76			

FECHA:	26/11/2022	RESPONSABLE:	Angelica Beatriz Cruz Cedeño			PARCELA N°:		9	SITIO:	Finca Experimental "La Represa"									
Tratamiento	Repeticiones	N° PARC	No. arbol	Family	Scientific name	Nobre común	DAP (cm)	CAP (cm)	Hc	Ht	Area basal (g)	Volumen total (m³)	Volumen Comercial (m³)	Ubicación		OBSERVACIONES			
														X	Y				
1	1	1	1	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	28,97	91	10	18,5	0,0269	0,30	0,16						
1	1	1	2	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	25,46	80	10	19	0,0284	0,32	0,17						
1	1	1	3	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	33,42	105	9	20	0,0314	0,38	0,17						
1	1	1	4	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	24,83	78	8	16	0,0201	0,19	0,10						
1	1	1	5	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	32,79	103	10	20	0,0314	0,38	0,19						
1	1	1	6	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	22,60	71	8	18	0,0254	0,27	0,12						
1	1	1	7	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	34,06	107	9	18	0,0254	0,27	0,14						
1	1	1	8	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	26,74	84	8	20	0,0314	0,38	0,15						
1	1	1	9	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	27,69	87	9	20	0,0314	0,38	0,17						
1	1	2	1	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	21,01	66	8	21	0,0346	0,44	0,17						
1	1	2	2	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	30,56	96	6	16,5	0,0214	0,21	0,08						
1	1	2	3	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	34,06	107	7	18,5	0,0269	0,30	0,11						
1	1	2	4	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	33,10	104	6	14,5	0,0165	0,14	0,06						
1	1	2	5	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	26,42	83	11	21	0,0346	0,44	0,23						
1	1	2	6	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	33,74	106	6	15	0,0177	0,16	0,06						
1	1	2	7	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	26,74	84	9	18	0,0254	0,27	0,14						
1	1	2	8	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	27,69	87	9	19	0,0284	0,32	0,15						
1	1	2	9	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	24,51	77	11	20	0,0314	0,38	0,21						
1	1	3	1	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	35,01	110	8	16	0,0201	0,19	0,10						
1	1	3	2	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	24,83	78	11	21	0,0346	0,44	0,23						
1	1	3	3	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	25,46	80	6	17	0,0227	0,23	0,08						
1	1	3	4	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	28,97	91	8	19	0,0284	0,32	0,14			difurcado			
1	1	3	5	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	29,28	92	6	19	0,0284	0,32	0,10			difurcado			
1	1	3	6	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	31,51	99	10	17	0,0227	0,23	0,14						
1	1	3	7	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	37,88	119	8	18	0,0254	0,27	0,12						
1	1	3	8	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	36,92	116	8	19	0,0284	0,32	0,14						
1	1	3	9	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	27,69	87	8	16	0,0201	0,19	0,10						
1	2	4	1	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	29,92	94	9	20	0,0314	0,38	0,17						
1	2	4	2	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	31,19	98	8	18	0,0254	0,27	0,12						
1	2	4	3	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	25,15	79	10	21	0,0346	0,44	0,21						
1	2	4	4	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	26,42	83	8	18	0,0254	0,27	0,12						
1	2	4	5	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	25,78	81	8	19	0,0284	0,32	0,14						
1	2	4	6	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	19,10	60	10	19	0,0284	0,32	0,17						
1	2	5	1	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	25,78	81	8	18	0,0254	0,27	0,12						
1	2	5	2	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	22,60	71	8	17,5	0,0241	0,25	0,12						
1	2	5	3	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	24,83	78	9	18	0,0254	0,27	0,14						
1	2	5	5	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	27,37	86	8	18	0,0254	0,27	0,12			difurcado			
1	2	5	6	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	21,65	68	4	16	0,0201	0,19	0,05			difurcado			
1	2	6	1	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	24,51	77	12	22	0,0380	0,50	0,27						
1	2	6	2	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	27,69	87	10	21	0,0346	0,44	0,21						
1	2	6	3	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	23,55	74	8	19	0,0284	0,32	0,14			difurcado			
1	2	6	4	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	25,78	81	9	20	0,0314	0,38	0,17						
1	2	6	5	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	21,65	68	8	16	0,0201	0,19	0,10						
1	2	6	6	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	27,06	85	9	20	0,0314	0,38	0,17						
1	3	7	1	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	34,70	109	12	21	0,0346	0,44	0,25						
1	3	7	2	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	26,10	82	8	20	0,0314	0,38	0,15						
1	3	7	3	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	25,46	80	8	20	0,0314	0,38	0,15						
1	3	7	4	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	24,19	76	6	18	0,0254	0,27	0,09			difurcado			
1	3	7	5	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	27,69	87	6	20	0,0314	0,38	0,11						
1	3	7	6	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	21,65	68	12	21	0,0346	0,44	0,25						
1	3	8	1	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	25,46	80	12	21	0,0346	0,44	0,25						
1	3	8	2	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	22,60	71	6	18	0,0254	0,27	0,09						
1	3	8	3	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	25,46	80	8	20	0,0314	0,38	0,15						
1	3	8	4	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	21,33	67	8	20	0,0314	0,38	0,15						
1	3	8	5	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	21,96	69	8	19	0,0284	0,32	0,14						
1	3	8	6	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	23,55	74	6	19	0,0284	0,32	0,10			difurcado			
1	3	9	1	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	31,83	100	10	21	0,0346	0,44	0,21						
1	3	9	2	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	23,55	74	4	18	0,0254	0,27	0,06			difurcado			
1	3	9	3	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	24,51	77	10	19	0,0284	0,32	0,17						
1	3	9	4	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	22,92	72	8	20	0,0314	0,38	0,15						
1	3	9	5	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	26,10	82	10	21	0,0346	0,44	0,21						
1	3	9	6	Polygonaceae	Triplaris cunmigiana	Fernan Sanchez	23,55	74	6	21	0,0346	0,44	0,12			difurcado			
TOTAL:							1674,62	5261,00	521,00	1172,50	1,76	20,23	9,04						
PROMEDIO:							27,01	84,85	8,40	18,91	0,03	0,33	0,15						

Anexo 2. Tomando el diámetro y altura de la fernan sánchez.



Anexo 3. Instrucciones del director del proyecto (a); Materiales de campo (b)



Anexo 4. Tomando datos de la teca



Anexo 5. Coeficiente de variación en InfoStat del diámetro

InfoStat/L - Nueva tabla

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla

Resultados

Nueva tabla : 11/2/2023 - 15:35:41 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DAP	18	0,96	0,91	7,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1329,04	9	147,67	20,82	0,0001
Tram	1252,83	1	1252,83	176,64	<0,0001
Rep	76,21	8	9,53	1,34	0,3432
Error	56,74	8	7,09		
Total	1385,79	17			

Anexo 6. Prueba de T en InfoStat del diámetro

InfoStat/L - Nueva tabla

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla

Resultados

Nueva tabla : 1/2/2023 - 19:59:38 - [Versión : 30/4/2020]

Prueba T para muestras Independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	gl	p-valor	prueba
Tram	DAP	(1)	(2)	9	9	43,26	26,58	16,69	13,80	19,57	11,04	5,58	0,3544	12,28	16	<0,0001	Bilateral

Anexo 7. Coeficiente de variación en InfoStat de la altura total

InfoStat/L - Nueva tabla

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla

Resultados

Nueva tabla : 11/2/2023 - 20:12:41 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ht	18	0,73	0,42	5,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26,08	9	2,90	2,39	0,1169
Rep	25,96	8	3,25	2,68	0,0926
Tram	0,12	1	0,12	0,10	0,7610
Error	9,70	8	1,21		
Total	35,78	17			

Anexo 8. Prueba de T en InfoStat de la altura total

InfoStat/L - Nueva tabla

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla

Resultados

Nueva tabla : 11/2/2023 - 20:14:56 - [Versión : 30/4/2020]

Prueba T para muestras Independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	gl	p-valor	prueba
Tram	Hc	(1)	(2)	9	9	19,15	18,98	0,16	-1,33	1,66	3,62	0,84	0,0535	0,23	16	0,8194	Bilateral

Anexo 9. Coeficiente de variación en InfoStat de la altura comercial

InfoStat/L - Nueva tabla

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla

Caso Rep Tram Hc

Resultados

Nueva tabla : 25/5/2023 - 22:30:54 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hc	18	0,77	0,51	8,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,01	9	1,45	2,97	0,0703
Tram	0,70	1	0,70	1,44	0,2649
Rep	12,31	8	1,54	3,16	0,0622
Error	3,80	8	0,49		
Total	16,80	17			

Medias ajustadas,error estándar y número de observaciones

Error: 0,4872 gl: 8

Tram	Medias	n	E.E.
2	8,38	9	0,23
1	8,78	9	0,23

Anexo 10. Prueba de T en InfoStat de la altura comercial

InfoStat/L - Nueva tabla

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla

Caso Rep Tram Hc

Resultados

Nueva tabla : 25/5/2023 - 22:26:24 - [Versión : 30/4/2020]

Prueba T para muestras Independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	gl	p-valor	prueba
Tram	Hc	(1)	(2)	9	9	8,78	8,38	0,39	-0,64	1,43	1,65	0,37	0,0492	0,83	12	0,4219	Bilateral

Anexo 11. Coeficiente de variación en InfoStat del Volumen total

InfoStat/L - Nueva tabla_1

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla_1

Caso Rep Tram Vt

Resultados

Nueva tabla_1 : 26/5/2023 - 0:57:30 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Ajustado	CV
Vt	18	0,95	0,89	25,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,75	9	1,08	16,05	0,0003
Tram	9,02	1	9,02	139,58	<0,0001
Rep	0,74	8	0,09	1,36	0,3361
Error	0,54	8	0,07		
Total	10,29	17			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error	gl
0,0675	8

Tram	Medias	n	E.E.
2	0,33	9	0,09
1	1,74	9	0,09

Anexo 12. Prueba de T en InfoStat del Volumen total

InfoStat/L - Nueva tabla_1

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla_1

Caso Rep Tram Vt

Resultados

Nueva tabla_1 : 26/5/2023 - 1:00:26 - [Versión : 30/4/2020]

Prueba T para muestras independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	gl	p-valor	prueba
Tram	Vt	(1)	(2)	9	9	1,74	0,33	1,42	1,11	1,72	0,16	2,1E-03	<0,0001	10,63	8	<0,0001	Bilateral

Anexo 13. Coeficiente de variación en InfoStat del Volumen comercial

InfoStat/L

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Resultados

Nueva tabla_2 : 26/5/2023 - 1:03:22 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Ajustado	CV
Vc	18	0,94	0,88	26,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,12	9	0,24	14,98	0,0004
Tram	1,95	1	1,95	124,09	<0,0001
Rep	0,17	8	0,02	1,34	0,3429
Error	0,13	8	0,02		
Total	2,25	17			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error	gl
0,0157	8

Tram	Medias	n	E.E.
2	0,15	9	0,04
1	0,81	9	0,04

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error	gl
0,0157	8

Rep	Medias	n	E.E.
5	0,34	2	0,09
3	0,36	2	0,09
4	0,37	2	0,09

PruebaT MI PruebaT MI ANAVA ANAVA ANAVA PruebaT MI ANAVA

Anexo 14. Prueba de T en InfoStat del Volumen comercial

InfoStat/L - Nueva tabla_2

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla_2 : 26/5/2023 - 1:05:49 - [Versión : 30/4/2020]

Prueba T para muestras Independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	gl	p-valor	prueba
Tram	Vc	(1)	(2)	9	9	0,81	0,15	0,66	0,51	0,81	0,04	4,5E-04	<0,0001	10,29	8	<0,0001	Bilateral

Anexo 15. Coeficiente de variación en InfoStat del área basal

InfoStat/L - Nueva tabla_3

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla_3 : 26/5/2023 - 1:08:14 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
g	18	0,98	0,95	16,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	9	0,01	34,83	<0,0001
Tram	0,07	1	0,07	302,70	<0,0001
Rep	2,3E-03	8	2,9E-04	1,34	0,3429
Error	1,7E-03	8	2,2E-04		
Total	0,07	17			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error: 0,0002 gl: 8

Tram	Medias	n	E.E.
2	0,03	9	4,9E-03
1	0,15	9	4,9E-03

Anexo 16. Prueba de T en InfoStat del área basal

InfoStat/L - Nueva tabla_3

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla_3 : 26/5/2023 - 1:10:25 - [Versión : 30/4/2020]

Prueba T para muestras Independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1)-Media(2)	LI(95)	LS(95)	Var(1)	Var(2)	pHomVar	T	gl	p-valor	prueba
Tram	g	(1)	(2)	9	9	0,15	0,03	0,12	0,10	0,14	5,0E-04	1,1E-05	<0,0001	16,07	8	<0,0001	Bilateral