



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS DE GRADO

INGENIERO FORESTAL

TEMA:

**DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE *Tectona grandis* L. F (TECA),
UTILIZANDO DISTINTOS TAMAÑOS Y FORMAS DE UNIDADES DE
MUESTREO, EN EL RECINTO SAN MATEO, CANTÓN ESMERALDAS,
PROVINCIA DE ESMERALDAS**

AUTOR:

AGUAYO MERCHÁN JHONNY IVÁN

DIRECTOR

ING. FOR. GUILLERMO LAW BLANCO M. Sc.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2012



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

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

INGENIERO FORESTAL

**DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE *Tectona grandis* L. F (TECA),
UTILIZANDO DISTINTOS TAMAÑOS Y FORMAS DE UNIDADES DE
MUESTREO, EN EL RECINTO SAN MATEO, CANTÓN ESMERALDAS,
PROVINCIA DE ESMERALDAS.**

APROBADA POR:

**ING. GUILLERMO LAW BLANCO
DIRECTOR DE TESIS**

**ING. PEDRO SUATUNCE CUNUHAY
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**ING. FIDEL TROYA ZAMBRANO
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL**

**ING. EDWIN JIMENEZ ROMERO
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL**

CERTIFICACIÓN

El suscrito Ing. Guillermo Law Blanco, docente de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Ambientales de la UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO. Certifica que el egresado JHONNY IVÁN AGUAYO MERCHÁN, realizó bajo mi dirección la tesis de grado titulada “DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE *Tectona grandis* L. F (TECA), UTILIZANDO DISTINTOS TAMAÑOS Y FORMAS DE UNIDADES DE MUESTREO, EN EL RECINTO SAN MATEO, CANTÓN ESMERALDAS, PROVINCIA DE ESMERALDAS”. Habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. For. Guillermo Law Blanco M. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

Los resultados, conclusiones y recomendaciones en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad del autor:

Jhonny Iván Aguayo Merchán

DEDICATORIA

A mi Señor, Jesús, quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo de investigación.

A mi esposa, Adriana Parra, quien me brindó su amor, su cariño, su estímulo y su apoyo constante, comprensión, paciencia y espera para que pudiera terminar el grado son evidencia de su gran amor. ¡Gracias!

A mi adorada hija Akemi Salomé quien me prestó el tiempo que le pertenecía para terminar y me motivó siempre con su mirada, "No te rindas" y "Sé fuerte". ¡Gracias, mi muñeca!.

A mis padres, German y Venus quienes me enseñaron desde pequeño a luchar para alcanzar mis metas. Mi triunfo es el de ustedes, ¡Padres!.

A mi querida tía, Haydde ++ quien fue mi segunda madre, quienes fue mi apoyo incondicional mientras realizaba mis estudios, ¡Gracias! Sin tí no hubiese podido hacer realidad este sueño.

A toda mi querida familia, quienes siempre me motivaron a seguir adelante y a quien prometí que terminaría mis estudios. ¡Promesa cumplida!.

Jhonny Aguayo Merchán.

AGRADECIMIENTOS

Durante estos años son muchas las personas e instituciones que han participado en este trabajo y a quienes quiero expresar mi gratitud por el apoyo y la confianza que me han prestado de forma desinteresada, mencionadas a continuación:

- Ing. For. Garís Ramírez Huila Decano de la Facultad de Ciencias Ambientales.
- Ing. Francisca Contreras Subdecano de la Facultad de Ciencias Ambientales.
- Ing. For. Guillermo Law Blanco, Director de Tesis.
- Ing. Fidel Troya Zambrano, Integrante del Tribunal de Tesis.
- Ing. Edwin Jiménez Romero, Integrante del Tribunal de Tesis.
- Ing. Pedro Suatunce Cunuhay, Integrante del Tribunal de Tesis.
- Ing. Malena Martínez, docente y colaboradora.
- Lcda. Yuny Arévalo Tobar Secretaria de la Facultad de Ciencias Ambientales.
- Ing. Adán Ramírez Valencia, compañero y colaborador.
- Ing. Darwin Salvatierra Piloza, amigo y colaborador.
- Ing. Javier Cedeño Avilés, compañero y colaborador.
- Ing. Iván Morales, compañero y colaborador.
- Ing. Oscar Prieto, compañero y colaborador.
- Ing. Freddy Merchán, compañero y colaborador.
- Ing. Elias Vallejo, compañero y colaborador.
- Ing. Ronald Chuez, compañero y colaborador.
- Ing. Adriana Parra de Aguayo, esposa y colaboradora.
- Ing. Carlos Pacheco, compañero y colaborador.
- Ing. Harrys Lozano, compañero y colaborador.
- Sr. Joe Merchán Alvarez, colaborador.
- Sr. Leonidas Bowen Merchán, colaborador.

RESUMEN

La investigación comprendió en censar el 100% de una plantación de teca de cinco años de edad, e instalar unidades de muestreo de diferente tamaño y forma para definir cuál sería la más recomendable utilizar para realizar un inventarios forestales por muestreo en zona con una pendiente del 30% en plantaciones de teca, ubicada en la parroquia San Mateo, cantón Esmeraldas provincia de Esmeraldas, la forma de unidades de muestreo que se utilizaron fueron circular cuadrada y rectangular de 500 m² y 1000 m². Las variables estudiadas fueron las siguientes: diámetro, altura total, área basal y volumen, con la obtención de las variables antes mencionadas se analizó los volúmenes, precisión, tamaño y formas de unidades de muestreo en la plantación de teca.

Se presentaron diferencia significativa en las unidades de muestreo de forma cuadrada y rectangular de 500 m² y 1000 m², no así en las unidades de muestreo circular tanto las de 500 m² y 1000 m² expresaron los datos que se aproximan más al censo total.

SUMMARY

The research included in census 100% of a teak plantation five years old, and install sampling units of different size and shape to define what would be better to use for a sample forest inventory in the area with a slope 30% in teak plantations, located in the parish of St. Matthew, Esmeraldas province Esmeraldas canton, the shape of sampling units used were square and rectangular loop of 500 m² and 1000 m². The variables studied were: diameter, total height, basal area and volume, to obtaining the aforementioned variables were analyzed volumes, accuracy, size and bound forms of sampling in teak plantation.

There were significant differences in the sampling units square and rectangular 500 m² and 1000 m², not in the sampling units both circle 500 m² and 1000 m² thousand and expressed the data are closer to the census total.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2.	Objetivos	2
1.2.1.	Objetivo General	2
1.2.2.	Objetivos Específicos.....	3
1.3.	Hipótesis	3
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1.	Características de <i>Tectona grandis</i> L. F.....	4
2.1.1.	Origen e Historia	4
2.1.2.	Taxonomía.....	4
2.1.3.	Descripción Botánica	5
2.1.4.	Propiedades físicas	6
2.1.5.	Propiedades mecánicas.....	6
2.1.6.	Usos.....	7
2.2.	Inventario forestal.....	8
2.2.1.	Fines de los Inventarios Forestales	8
2.2.2.	Clases de Inventario	8
2.2.3.	Términos Relacionados a los Inventarios	9
2.2.3.1.	Población	9
2.2.3.2.	Muestra	9
2.2.3.3.	Muestreo	9
2.2.3.4.	Sistemas de Muestreo	10
2.2.4.	Selección del diseño de muestreo	10
2.2.4.1.	Muestreo aleatorio	10
2.2.4.2.	Muestreo sistemático	10
2.2.4.3.	Muestreo estratificado	10

2.2.4.4.	Tamaño de la Muestra	11
2.2.4.5.	Tamaño y forma de la parcela	11
2.2.4.6.	Intensidad de muestreo	12
2.2.4.7.	Variancia y desviación estándar	12
2.2.4.8.	Coeficiente de variación	13
2.2.4.9.	Error estándar	14
2.2.4.10.	Error de muestreo o precisión	14
2.2.4.11.	Error de muestreo relativo	15
2.2.4.12.	Límites de confianza	15
2.2.4.13.	Estimación por regresión	16
2.2.4.14.	Coeficiente de correlación	17
2.2.4.15.	Índices dasométricos	17
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1.	Localización y características del área de estudio	18
3.2.	Datos Meteorológicos	18
3.3.	Selección de la zona	18
3.4.	Coordenadas del área de estudio	18
3.5.	Materiales	19
3.5.1.	De campo	19
3.5.2.	De oficina	20
3.6.	Metodología	20
3.6.1.	Identificación del área de estudio	20
3.6.2.	Distribución de las Unidades de Muestreo (ver mapa)	22
3.6.3.	Variables Evaluadas	26
3.6.3.1.	Altura	26
3.6.3.2.	Diámetro	26
3.6.3.3.	Área Basal	26
3.6.3.4.	Volumen	26
3.6.3.5.	Inferencia estadística	27

3.6.3.5.1. Análisis de la forma geométrica en las unidades de muestreo	27
3.6.3.5.2. Prueba de comparación de medias entre unidades de muestreo	27
4. RESULTADOS.....	28
4.2. Volumen por muestreo en unidades de formas circular de 500 m ²	28
4.3. Volumen por muestreo en unidades de forma cuadrada de 500 m ²	29
4.4. Volumen por muestreo en unidades de forma rectangular de 500 m ²	30
4.5. Volumen por muestreo en unidades de formas circular de 1000 m ²	31
4.6. Volumen por muestreo en unidades de formas cuadradas de 1000 m ²	32
4.7. Volumen por muestreo en unidades de formas rectangular de 1000 m ²	33
4.8. Precisión de las formas y tamaño de las unidades de muestreo de 500 m ² y de 1000 m ²	35
4.9. Resultados del Censo Total	37
4.10. Prueba de comparación de medias entre unidades de muestreo	38
5. DISCUSIONES.....	40
6. CONCLUSIONES	41
7. RECOMENDACIONES	42
8. BIBLIOGRAFÍA	43
9. ANEXO.....	48
9.1. Anexo 1. Formato del Censo y unidades de muestreo en el recinto San Mateo, cantón Esmeraldas provincia de Esmeraldas 2011	48
9.2. Anexo 2. Evaluando la altura en unidad de muestreo en el recinto San Mateo, cantón Esmeraldas provincia de Esmeraldas 2011	49
9.3. Anexo 3. Evaluando el diámetro del censo en el recinto San Mateo, cantón Esmeraldas provincia de Esmeraldas 2011	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Propiedades mecánicas de la teca.	7
Cuadro 2. Número de individuos, promedios de DAP, altura total y volumen en unidades de muestreo circulares de 500 m ² . San Mateo, Esmeraldas 2011.....	28
Cuadro 3. Diferencia y error entre unidades de muestreo circulares de 500 m ² y censo total.....	28
Cuadro 4. Censo total	29
Cuadro 5. Número de individuos, promedios de DAP, altura total y volumen en unidades de muestreo cuadradas de 500 m ² . San Mateo, Esmeraldas, 2011.	29
Cuadro 6. Diferencia y error entre unidades de muestreo cuadrada de 500 m ² y censo total.....	30
Cuadro 7. Censo total	30
Cuadro 8. Número de individuos, promedios de DAP, altura total y volumen en unidades de muestreo rectangular de 500 m ² . San Mateo, Esmeraldas 2011.	30
Cuadro 9. Diferencia y error entre unidades de muestreo cuadrada de 500 m ² y censo total.....	31
Cuadro 10. Censo total	31
Cuadro 11. Número de individuos, promedios de DAP, altura total y volumen en unidades de muestreo circulares de 1000 m ² . San Mateo, Esmeraldas 2011.....	32
Cuadro 12. Diferencia y error entre unidades de muestreo circular de 1000 m ² y censo total.....	32
Cuadro 13. Censo total	32
Cuadro 14. Número de individuos, promedios de DAP, Altura Total y Volumen en unidades de muestreo cuadradas de 1000 m ² . San Mateo, Esmeraldas 2011.	33
Cuadro 15. Diferencia y error entre unidades de muestreo cuadrada de 500 m ² y censo total.....	33
Cuadro 16. Censo total	33
Cuadro 17. Número de individuos, promedios de DAP, altura total y volumen en unidades de muestreo rectangular de 1000 m ² . San Mateo, Esmeraldas 2011.	34
Cuadro 18. Diferencia y error entre unidades de muestreo cuadrada de 500 m ² y censo total.....	34

Cuadro 19. Censo total	34
Cuadro 20. Media del DAP, altura total y volumen promedio por unidades de muestreo; en las tres formas circular, cuadrada y rectangular de 500 m ²	35
Cuadro 21. Media del DAP, altura total y volumen por unidades de muestreo; en las tres formas circular, cuadrada y rectangular de 1000 m ²	36
Cuadro 22. Resultado del Censo total.....	37
Cuadro 23. Análisis de varianza	38
Cuadro 24. Comparación de medias entre unidades de muestreo circular y cuadrada para lotes de diferente dimensión en plantación de teca	38
Cuadro 25. Comparación de medias entre unidades de muestreo circular y rectangular para lotes de diferente dimensión en plantación de teca	39
Cuadro 26. Comparación de medias entre unidades de muestreo cuadrada y rectangular para lotes de diferente dimensión en plantación de teca	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Forma geométrica, Dimensiones, y Descripción de la Unidad de Muestreo de 1000 m ²	22
Tabla 2. Forma geométrica, Dimensiones, y Descripción de la Unidad de Muestreo de 500 m ²	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del lugar de estudio	19
Figura 2. Distribución de unidades de muestreo de 1000 m ²	23
Figura 3. Distribución de unidades de muestreo de 500 m ²	25

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Diferencia entre unidades de muestreo de 500 m ²	35
Grafico 2. Diferencia entre unidades de muestreo de 1000 m ²	36
Grafico 3. Resultados del censo total	37

(DUBLIN CORE) ESQUEMA DE CODIFICACIÓN			
1	Título /Title	M	Determinación del volumen de <i>Tectona grandis</i> L. F (teca), utilizando distintos tamaños y formas de unidades de muestreo, en el recinto san mateo, cantón Esmeraldas, provincia de Esmeraldas
2	Creador /Creator	M	Aguayo M; Universidad Técnica Estatal de Quevedo
3	Materia /Subject	M	Ciencias Ambientales; Dasometricas y Censo; Muestreo de Teca
4	Descripción /Description	M	La presente investigación se realizó en el recinto San Mateo cantón Esmeraldas; provincia de Esmeraldas, el objetivo de la investigación fue censar 5 hectáreas, establecer unidades de muestreo de forma circular, cuadrada y rectangular de 500 m² y 1000 m². Se registró el diámetro, con estos datos se calculó mediante una base de datos el área basal y el volumen. Se concluye que las unidades de muestreo circular de 500 m² y 1000 m² son las que se aproximan más al censo total, se encontró diferencia numérica en las unidades de muestreo cuadrada y rectangular, en las unidades de muestreo circular no se encontró diferencia numérica significativa. Se recomienda usar unidades de muestreo circular de 500 m² y 1000 m²
5	Editor/Publisher	M	FCCAMB; Carrera de Ingeniería Forestal; Aguayo J.
6	Colaborador /Contributor	O	Ninguno
7	Fecha /Date	M	28/09/2012
8	Tipo /Type	M	Tesis de Grado
9	Formato /Format	R	.doc MS Word 97; .pdf.
10	Identificador /Identifier	M	http://biblioteca.uteq.edu.ec

11	Fuente /Source	O	Investigación Forestal. Determinación de volumen por muestreo en <i>Tectona grandis</i> L. F (2012)
12	Lenguaje /Language	M	Español
13	Relación /Relation	O	Ninguno
14	Cobertura /Coverage	O	Plantación de <i>Tectona grandis</i> L. F (Teca).
15	Derechos /Rights	M	Ninguno
16	Audiencia /Audience	O	Tesis de Pregrado/ Bachelor Thesis

1. INTRODUCCIÓN

El inventario forestal es una herramienta fundamental en todo plan de ordenación de los recursos forestales de un territorio, cualquiera que sea la escala de trabajo, aportando los datos básicos para su correcta gestión. El inventario forestal podría definirse como la recogida organizada de "toda aquella información que se relacione y tenga como finalidad el desarrollo, uso y conservación de los recursos forestales, mediante el conocimiento de las características biocenóticas de las masas forestales y la evolución cuantitativa y cualitativa de los bienes y servicios que puede suministrar el recurso natural monte" (Inventario Forestal, 1986).

Con el inventario se obtiene información confiable del estado actual de los recursos forestales, para ello se levantan datos cuantitativos y cualitativos de los árboles, bien sea en determinadas unidades de muestreo del bosque, que se tomarán como representativas (inventario por muestreo), o de todos los árboles del bosque (inventario total o censo) (inventario forestal 2008).

Además los inventarios sirven para determinar el estado actual del bosque implica contestar dos preguntas básicas: ¿qué hay? y ¿dónde está? plantear y contestar correctamente las dos preguntas es, a grandes rasgos, el objetivo de un inventario forestal.

La respuesta a la primera pregunta (¿qué hay?) depende de la información requerida. En términos generales hay dos mecanismos básicos para su obtención, que son: a) la observación de todos los árboles de interés, en cuyo caso hablamos de un inventario al cien por ciento; y b) la observación de sólo una parte de esos árboles, en cuyo caso hablamos de un inventario por muestreo. Salvo situaciones excepcionales, lo usual es operar con técnicas de muestreo. Podría pensarse que un inventario al cien por ciento brinda mejores resultados que el mismo inventario hecho mediante muestreo, pero ello no es necesariamente cierto (SAGPyA Forestal, 2003).

1.1. JUSTIFICACIÓN

La teca es una de las principales maderas que existe en el mundo,preciada por su color claro, su excelente fibra y su durabilidad. El negocio de la teca se está configurando básicamente como una iniciativa del sector privado. Para alcanzar sus objetivos comerciales las nuevas plantaciones se sujetan a rotaciones más cortas y se administran con altos insumos (semilla certificada, fertilizantes, insecticidas).

Las plantaciones de teca han crecido significativamente en nuestro medio, razón por la cual se han hecho plantaciones masivas debido a su valor comercial que tiene su madera. La presente investigación permitirá conocer la efectividad de los diferentes tipos de muestreo (rectangular, circular y cuadrada) y tamaño de parcela proporcionando una estimación del volumen total de la plantación. Esto demostrará cuál de las técnicas es más confiable lo que ayudará a determinar cuál de las formas y tamaños de muestra es la más confiable y económica. Con estos antecedentes se planteó los siguientes objetivos:

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Determinar el volumen de *Tectona grandis* L. F (teca), utilizando distintos tamaños y formas de unidades de muestreo, en el recinto San Mateo, cantón Esmeraldas, provincia de Esmeraldas.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Conocer la diferencia entre el volumen por muestreo en unidades de forma circular, cuadrada y rectangular de 500 m² y 1000 m² y por un inventario total en plantaciones de teca en la parroquia San Mateo, cantón Esmeraldas, provincia de Esmeraldas.
- Determinar la precisión de las formas y tamaño de las unidades de muestreo en el censo de la teca en la parroquia San Mateo, cantón Esmeraldas, provincia de Esmeraldas.

1.3. Hipótesis

Existen diferencias significativas entre el volumen calculado por muestreo y aplicando un censo total en la plantación de *Tectona grandis* (teca).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Características de *Tectona grandis* L. F.

2.1.1. Origen e Historia

La teca es originaria de Birmania, Tailandia y algunas partes de la India, donde alcanza alturas de 30-40 m en condiciones favorables, con un fuste limpio de 15-20 m e incluso mayor. El árbol más grande que se conoce fue reportado en 1951 en Uttaradit, Tailandia, el que medía 46 m de alto, con 24,5 m fuste limpio y 922 mm de diámetro (Hashim, 1999).

Las plantaciones empezaron a establecerse en la India en 1842 y en la actualidad abarcan un área de 980,000 ha aproximadamente. Las plantaciones son también corriente en América tropical donde se introdujeron a principios del siglo XX. Los primeros países del continente americano que introdujeron esta especie son Trinidad y Tobago desde Birmania (1913), Panamá desde Sri Lanka (1916) y posteriormente se distribuyó en el resto de América (Krishnapillay, 2000).

Aunque las plantaciones de teca datan desde hace 90 años, el establecimiento de las mismas se ha acelerado en los últimos 20 años. En el Ecuador la teca tuvo su ingreso a partir de 1950 aproximadamente, específicamente en la provincia de Los Ríos y se considera que se hizo de material genético de Trinidad, demostrando una excelente adaptación, posteriormente se expande a otros lugares, alcanzando alturas en su desarrollo que sobrepasan los 30 m y producciones de 300 m³ /ha en 25 años de cultivo (Rizzo, 2000).

2.1.2. Taxonomía

La *Tectona grandis* según el sistema APG II se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: Plantae
División: Angiosperma

Clado: Asterid 1
Orden: Lamiales
Familia: Lamiaceae
Género: *Tectona*
Especie: *grandis*

Nombres comunes: Se la conoce también con los nombres de Tangun, Sagon, Skhu, Teak, Shilptru, Indianoak.

2.1.3. Descripción Botánica

La teca es una especie decidua, los árboles descartan sus hojas durante la época seca, y un nuevo follaje durante la época de lluvias de abril a junio (Hashim, 1999). Posee un tallo recto que puede alcanzar sobre los 50 m en condiciones favorables. Cuando crece aislado hay bifurcación del fuste y presenta una copa más amplia, ramas gruesas y bajas. Pero la bifurcación también puede llegar a dar a la madurez o cuando la floración empieza a una edad temprana (Howard, 1948).

La corteza es áspera y delgada, fisurada de color café claro; la albura es amarillenta, el corazón es de color verde oliva que al cortarse toma el color café oscuro, es dura, pesada y presenta anillos de crecimiento (bien delimitados cuando la época seca es bien definida). Las hojas son opuestas, grandes, ovales de color verde oscuras y ásperas en el haz, midiendo de 10 - 80 cm de largo y de 6 - 50 cm de ancho. Sus peciolo son gruesos y los limbos son membranáceos (Geilfus, 1994).

Tectona grandis en su hábitat natural florece a los 5 - 6 años de edad. Poblaciones plantadas fuera de su distribución natural florecen a los 2 - 4 años después de ser plantadas. La floración usualmente comienza luego de las lluvias (Hashim, 1999). Sus flores son numerosas y se disponen en panículas erectas terminales. Los pedicelos miden de 0,9 a 4,5 mm de largo. Las brácteas son grandes, foliáceas con bractéolas numerosas. Las flores presentan un cáliz en forma de campana, de color amarillo verdoso con un estilo blanco amarillento con pubescencia de pelos ramificados. El ovario es ovado o cónico, densamente pubescente, con cuatro celdas (Chaves, 1991).

Según Hashim (1991) las flores se abren pocas horas después del amanecer, siendo el mejor periodo de polinización entre las 11h30.

Los insectos como moscas, avispas, abejas y escarabajos han sido encontrados polinizando las flores. *Heriades párvula* y *Ceratina hieroglyphica* son los dos polinizadores más importantes de la teca; además las flores son también polinizadas por el viento.

El fruto es sub globoso, más o menos tetragono, aplanado; exocarpo delgado, algo carnoso cuando está fresco y tomentoso; endocarpio grueso, óseo, corrugado con cuatro celdas que encierran generalmente una o dos semillas de 5 mm de largo (Chaves, 1991). Los frutos maduran cerca de 120 días después de la polinización (Hashim, 1999).

2.1.4. Propiedades físicas

La madera de teca posee una densidad específica de $0,56 \text{ gr/cm}^3$, que entra en el rango de madera pesada. Se considera una madera dimensionalmente estable y de muy bajas contracciones. La volumétrica igual a 5,1%, y la radial de 2,1% (Benitez y Montesinos, 1988).

2.1.5. Propiedades mecánicas

La dureza Janca (verde) que posee la madera de teca es de 505 kilogramos laterales y en los extremos 519. En el cuadro 1 se muestra la flexión estática, compresión paralela y perpendicular de la teca.

Cuadro 1. Propiedades mecánicas de la teca.

Propiedades mecánicas	Esfuerzo al límite proporcional (Kg/cm²)	Esfuerzo máximo (Kg/cm²)	Módulo de elasticidad (Kg/cm²)
Flexión estática	594	937	97,88 x 10 ³
Compresión paralela (verde)	373	477	106,33 x 10 ³
Compresión perpendicular (verde)	94	-	-

Fuente: (Benitez y Montesinos, 1988).

2.1.6. Usos

A principios de siglo, la teca fue usada en la India para la construcción de casas, puentes y muelles, así como para pilotes, coches de ferrocarril y rayos de ruedas. La estabilidad de la teca después de la manufactura la ha hecho la única madera aceptable para las cubiertas en barcos de buen tamaño. La teca también se usa para hacer muebles finos, pisos, ensambladuras, terminaciones de interior, dinteles, puertas, entrepaños, tallados, artículos torneados, tanques y cubas de gran tamaño, e instalaciones de laboratorio. Se ha reportado que la teca también es usada para mástiles y perchas, puntales en minas de carbón, traviesas de ferrocarril, chapa ornamental, pianos, órganos y armonios, llaves para violines y pipas de tabaco (de nudos en la teca).

La madera también rinde un valioso aceite de brea después de la destilación. Los árboles de tamaño pequeño que han sido entresacados se usan como postes para cercas en Trinidad. La teca se ocupa para hacer triplex, y los desperdicios de la teca se han usado para hacer madera comprimida, y tableros de fibras y partículas. En la India, la teca descartada se ha mezclado con otros tipos de madera de especies frondosas y con desperdicios de la manufactura de chapa de madera para estudiar su potencial como pulpa de madera, blanqueada y sin blanquear.

Estudios preliminares mostraron que el rendimiento fue satisfactorio, y la pulpa mostró una fortaleza apropiada para la producción de papel para envolver, escribir e imprimir.

Estudios adicionales sobre extractivos en Japón mostraron que las resinas de la teca mancharon las láminas de pulpa. La corteza de la teca procedente de árboles de más de 40 años muestreados en terrenos propiedad de varios departamentos forestales de la India rindió del 8.3 al 15.6 % de ácido oxálico, una sustancia química importante industrialmente.

2.2. Inventario forestal

Los inventarios forestales pueden ser definido como un método de descripción cuantitativa, cualitativa y tabulación confiable de los datos de campo de los arboles de una determinada área, y el estudio de la característica del área donde se desarrolla el bosque.

2.2.1. Fines de los Inventarios Forestales

Los fines de los inventarios forestales vienen dados por la necesidad de la información que tenga los usuarios de los productos del bosque. Entre los que se puede citar:

- Evaluar la producción potencial del bosque.
- Evaluar el crecimiento.
- Conocer los recursos naturales renovables del país, región.
- Ordenar o manejar el bosque.
- Vender producto del bosque, etc.

2.2.2. Clases de Inventario

Según Jadán (1981), los inventarios se clasifican de acuerdo a los propósitos que se persigan, tal como se indica a continuación:

- Forestal Nacional
- De Reconocimiento
- Para Planes de Trabajo
- De Explotación Maderera

- Viabilidad de Industrias Forestales
- Estudio de Uso del Terreno
- Estudio de Valor Recreativo

2.2.3. Términos Relacionados a los Inventarios

Los términos más utilizados en inventarios forestales son:

2.2.3.1. Población

Es la totalidad de individuos que tienen ciertas características comunes (Jadán 1981). Se lo define también como la totalidad de todas las posibles mediciones y observaciones bajo consideración en una situación dada de un problema. Cada situación diferente implica una población diferente (Chao, 1990).

2.2.3.2. Muestra

Son partes seleccionadas de la población total, y se las establece siguiendo las técnicas fijadas para el muestreo. (Jadán, 1981). Es un conjunto de medidas u observaciones tomadas a partir de una población dada. El número de observaciones en una muestra es menor que el número de posibles observaciones en la población (Chao, 1990).

2.2.3.3. Muestreo

Es el arte de tomar una o varias muestras de la población en tal forma que sean representativas (Jadán, 1981). Es la sustitución de medidas completas por cálculos más o menos exactos, y el resultado buscado de la población se puede obtener directamente (Bruce y Schumacher, 1965).

El muestreo es la selección de elementos de la población total (FAO, 1977).

2.2.3.4. Sistemas de Muestreo

En Escandinavia se fomentaron los sistemas de muestreo. Los inventarios de grandes áreas se realizaban sobre la base de muestreo en fajas, aparece como iniciador Av-Stron.

2.2.4. Selección del diseño de muestreo

Según Jadán (1981), el mejor diseño sería aquel que proporcione resultados más precisos a un costo más bajo. Para ello, se realiza la optimización del diseño en función de los errores de muestreo, número de muestras, costo y parámetros a medirse. De acuerdo a la precisión requerida y a la facilidad de registro de datos, se consideran los siguientes diseños de muestreo:

2.2.4.1. Muestreo aleatorio

Cuando se trata de muestreo, tiene que ser al azar, y la selección de las muestras se obtiene de la tabla de números aleatorios (Jadán, 1981). En este método la selección de las mediciones que componen la muestra se hacen al azar (Bruce y Schumacher, 1965).

2.2.4.2. Muestreo sistemático

Es aquel en que la selección de las unidades de muestreo de muestreos se hace siguiendo un plan pre establecido. En este tipo de muestreo los lotes o unidades de muestreo elegidos se encuentran en línea recta y espaciada regularmente (Bruce y Schumacher, 1965).

2.2.4.3. Muestreo estratificado

Cuando la heterogeneidad ofrecida por la masa tiene una distribución espacial definida, es recomendable aplicar el diseño de muestreo estratificado, el mismo que consiste en dividir la población total de elementos en bloques más homogéneos. En este caso, cada bloque puede considerarse como un estrato compuesto por elementos entre los que se

eligen aleatoria o sistemáticamente unidades de muestreo (Bustamante y Peñalver, 1993).

2.2.4.4. Tamaño de la Muestra

El tamaño de la muestra es el número de unidades de muestreo que se debe implantar en el bosque. En todos los muestreos, el tamaño de la muestra debe ser el resultado de una conveniente correspondencia entre el coste y la precisión (Bruce y Schumacher, 1965).

El tamaño de la muestra se lo define también como la suma de los tamaños de las unidades de muestreo (FAO, 1977).

2.2.4.5. Tamaño y forma de la parcela

El tamaño de cada unidad así como la forma están en relación a la variabilidad del bosque, a las condiciones estructurales del bosque y a factores económicos. Las unidades de muestreo circulares funcionan bien para bosques templados porque tienen un perímetro menor a otras figuras geométricas. Sin embargo, cuando las superficies a inventariarse son grandes y especialmente para bosques tropicales húmedos, se recomienda la forma cuadrada y quizá mejor la rectangular (Jadán, 1981). Según Pita, mencionado por Bustamante y Peñalver (1993), la superficie de la muestra vendría dada por el producto del número de unidades de muestreo, por la superficie de las mismas unidades de muestreo.

Desde el punto de vista estadístico, resulta que las unidades de muestreo grandes tienen menos varianza que las unidades de muestreo pequeñas, puesto que promedian el efecto de los claros y rasos, y es más difícil encontrar unidades de muestreo de volumen nulo. En cuanto a la forma de las unidades de muestreo, los mencionados autores indican que deben ser elegidas de acuerdo en su eficacia estadística y el gasto que representa su replanteo en el bosque. Las unidades de muestreo circulares son generalmente las preferidas, cuando la superficie de las mismas no rebasa las 10 hectáreas.

Las unidades de muestreo cuadradas son fáciles de replantear, haciendo coincidir la diagonal con la línea de recorrido, y utilizando las alineaciones desde los vértices para apreciar con seguridad la posición de los árboles dudosos. Las unidades de muestreo rectangulares se pueden utilizar cuando se requiere alineaciones grandes de unidades de muestreo y se busca captar mejor la variabilidad del terreno.

2.2.4.6. Intensidad de muestreo

Jadán (1981) señala que la intensidad de muestreo es la fracción entre el tamaño de la muestra y el tamaño total de la población, calculada en base a la siguiente fórmula:

$$f = n / N$$

Dónde:

f = intensidad de muestreo

n = número de unidades de muestreo medidas

N = número total de unidades de muestreo del bosque

Si la población tiene N elementos de igual tamaño y si la muestra ha sido hecha por selección de n diferentes unidades de muestreo; entonces $f = n / N$ (FAO, 1977).

2.2.4.7. Variancia y desviación estándar

Son las desviaciones de los elementos de la población con respecto a la media aritmética. (Loján, L. 1980)

$$S^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}$$

La fórmula correcta del cálculo de la desviación estándar de la muestra se hace por cuadrados mínimos, con la fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}} \quad S = \sqrt{S^2}$$

Dónde:

S = Desviación estándar

$\sum x^2$ = Sumatoria de cuadrados de x

$\sum x$ = Sumatoria de x (suma de los items)

n= Número de lotes o unidades de muestreo

2.2.4.8. Coeficiente de variación

Es una medida que expresa la desviación estándar en porcentaje del promedio. Es muy útil porque sirve para comparar el grado de variación en forma independiente de la unidad de medida.

El coeficiente de variación se simboliza también con CV (%) y se calcula con la fórmula siguiente: (Loján, L. 1980)

$$S(\%) = CV = \frac{S \cdot 100 \%}{\bar{x}}$$

Dónde:

S = Desviación estándar

$\bar{x}$ = Promedio

2.2.4.9. Error estándar

Es una medida que indica la variación del promedio. Si por ejemplo en un mismo bosque se hacen 6 inventarios independientes; se extraen las 6 muestras y luego se calculan los promedios, habría por lo tanto 6 promedios para ese bosque. Estos promedios no serán iguales, por lo tanto el $\bar{S}$ tendrá alguna variación. La desviación estándar de estos promedios se denomina error estándar. En la práctica no es necesario extraer varios promedios mediante un muestreo porque el error estándar se calcula a base de la desviación estándar obtenida con un solo muestreo. Esto se hace con la fórmula siguiente: (Loján, L. 1980)

$$S_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \text{ o } S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

Dónde:

$S_{\bar{X}}$ = Error estándar

S^2 = Varianza

S = Desviación estándar

n = Número de lotes o unidades de muestreo

2.2.4.10. Error de muestreo o precisión

Estadísticamente este error se estima con la fórmula del error de muestreo:

Error de muestreo = $\pm S_{\bar{X}} . t$

Dónde:

$S_{\bar{X}}$ = Error estándar de la muestra

t = Un valor que se encuentra en las tablas t student

2.2.4.11. Error de muestreo relativo

Con frecuencia el error de muestreo se expresa en porcentajes del promedio, de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$E(\%) = \frac{S_{\bar{x}} \cdot t}{\bar{x}} 100$$

Dónde:

“t” es un valor que se ha calculado a base de la fórmula

$$t = \frac{\bar{x} - U}{S_{\bar{x}}}$$

2.2.4.12. Límites de confianza

Con diferentes tamaños de muestras (n) y para diferentes porcentajes de confianza o probabilidad cuando se usa t 0.05 se está haciendo una estimación con un 95% de confianza.

En la práctica "t" se busca a base del número de unidades de muestreo "n" si estas unidades de muestreo son mayores de 30; si son menos de 30 se utiliza(n-1), la expresión (n-1) recibe el nombre de "grados de libertad". (Loján, L. 1980)

Cuando se trata de presentar el resultado final, por ejemplo el volumen por hectárea, se inicia el error de muestreo:

Volumen / ha = promedio calculado + error de muestreo

Como se usa + se obtienen dos valores o límites:

1:) promedio calculado + error de muestreo = L₁

2:) promedio calculado - error de muestreo = L₂

Al valor 2 se le designa como L_2 (límite inferior) y es el valor que se denomina "Volumen confiable". (Loján, L. 1980)

2.2.4.13. Estimación por regresión

Los métodos de muestreo al azar o los sistemáticos, permiten estimar tal o cual parámetro con cierto grado de error. En algunos casos es posible estimar esos parámetros con un error más pequeño. El método que permite esto se denomina "estimaciones mediante la regresión". Este método se aplica a poblaciones bi variadas (o compuestas de dos variables) en cada unidad de muestreo. (Loján, L. 1980). La regresión es un método estadístico que permite conocer el valor aproximado de una variable en función de otra. La ecuación de regresión lineal es la siguiente:

$$y = a + bx$$

Dónde:

y = Variable dependiente

x = Variable independiente

a = Constante

b = Coeficiente de regresión

El problema en síntesis se reduce a tomar una muestra que contenga las dos variables. En base a los datos tomados se calculan, con cuadrados mínimos, los valores numéricos de las constantes a y b; luego se conforma la ecuación de regresión y finalmente se estima el valor buscado para y dando un valor conocido a X.

Para utilizar este método, es requisito indispensable que se conozca el valor exacto del promedio (U) de la población de la variable independiente.

El error estándar en este método se calcula a partir de la regresión. La regresión lineal que se ha descrito, no es la única posible para la estimación mediante regresión. La

relación entre las variables X y Y puede ser de tipo curvilíneo, exponencial etc, en cuyo caso se requiere conocer previamente la tendencia de dicha relación.

Para utilizar la regresión lineal, es necesario que haya una relación de tipo lineal entre las variables X y Y, por ejemplo, la que existe entre el área basal (X) y el volumen (Y). Al representar gráficamente las coordenadas de estas variables, debe haber una tendencia lineal.

Como ya se mencionó, también se requiere conocer el promedio (U) de la población de la variable independiente X. Como esto no es posible a veces, se utilizan otros procedimientos tendientes a obtener una estimación de ese promedio de población, tal es el caso conocido con el nombre de "doble muestreo" (Lojan, 1900).

2.2.4.14. Coeficiente de correlación

Cuando se trata de establecer el grado de relación ente dos variables, se calcula el coeficiente de determinación (r^2), que determina el porcentaje de asociación entre las variables. Es decir que este valor denota el porcentaje dela variación de Y atribuible a X; el resto de esta variación no se puede explicar.

La raíz cuadrada del coeficiente de determinación es lo que se llama coeficiente de correlación r, el cual está dado por: (Loján, L. 1980)

$$r = \frac{\Sigma XY - \frac{(\Sigma X)(\Sigma Y)}{n}}{\sqrt{\left[\Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n}\right] \left[\Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{n}\right]}}$$

2.2.4.15. Índices dasométricos

Son las medidas descriptivas de la población, por ejemplo: volumen total o por unidad de superficie, área basal, diámetro, altura, número de árboles.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y características del área de estudio

La presente investigación se realizó en la propiedad del Sr. Juan Matamba Segura ubicada en la parroquia San Mateo, cantón Esmeraldas, provincia de Esmeraldas, con una extensión de 5 hectáreas aproximadamente.

3.2. Datos Meteorológicos.

Zona de vida.....	Bosque Húmedo Tropical
Altitud.....	40 msnm
Precipitación media anual.....	1000 mm
Temperatura media anual.....	24,7 °C
Humedad media anual.....	85.87 %
Heliofanía.....	1095 h/año
Topografía.....	Irregular

Fuente: Anuarios meteorológicos del INAMHI. 2002

3.3. Selección de la zona

Se seleccionó la propiedad del señor Juna Matamba Segura, por ser una propiedad que está en la vía principal a San Lorenzo, la cual tiene una extensión de 5 ha aproximadamente, plantada con teca de 5 años de edad a una distancia de 3 m por 3 m en un terreno irregular con una pendiente 30 %.

3.4. Coordenadas del área de estudio

El área de estudio tiene las siguientes coordenadas UTM:

0649780 E
01015769 N

Figura 1. Localización del lugar de estudio



3.5. Materiales

3.5.1. De campo

- Machete.
- Cinta diamétrica.
- Hipsómetro Sunnto.
- Libreta de campo.
- Lápiz.
- Borrador.
- Botas.
- Estacas de madera.
- Pintura spray.
- Receptor GPS navegador

3.5.2. De oficina

- Cartuchos de tinta.
- Computadora.
- Hojas de papel bond A4.
- Impresora.
- Sacapuntas.
- Memoria extraíble (flexible).
- Regla
- Cartas IGM

3.6. Metodología

3.6.1. Identificación del área de estudio

Tomando como base el mapa de la plantación, la investigación consto de dos etapas que se detalla a continuación:

Se realizó un censo total del 100% en una área de 5 ha de plantación de teca de 5 años de edad, se obtuvo como matriz el volumen total, para así saber cuál de los métodos aplicados es más confiable. (Prodan 1997).

Con los datos obtenidos en el censo se procedió a calcular el volumen total de la plantación utilizando una base de datos en Excel.

Muestreo en unidades circulares, cuadradas y rectangulares de 1000 m² con 4 repeticiones y 500 m² con 5 repeticiones cada una como se muestra en la tabla 1 y tabla 2, con una intensidad de muestro del 10% y 6%. La fórmula que se utilizó para el cálculo de la intensidad es la siguiente:

$$f = n/N$$

Dónde:

Unidades de muestreo de 1000 m²

N = Número total de unidades de muestreo

n = tamaño de la muestra.

$$N = 50000 \text{ m}^2 / 1000 \text{ m}^2 = 50 * 0,1\% = 4$$

Unidades de muestreo de 500 m²

N = Número total de unidades de muestreo

n = tamaño de la muestra.

$$N = 50000 \text{ m}^2 / 500 \text{ m}^2 = 100 * 0,06\% = 5$$

Según la fórmula aplicada se estableció cuatro unidades de muestreo de 1000 m² y cinco unidades de muestreo de 500 m² por cada tipo de parcela, distribuidas al azar, según las superficies del terreno de la plantación y cada una de estas se geo referenció y se graficó en un mapa de distribución de unidades de muestreo, siendo analizados respectivamente (Ferreira 2005), las unidades de muestreo se distribuyeron como se presenta a continuación:

- 4 unidades de muestreo de 1000 m² de la forma circular
- 4 unidades de muestreo de 1000 m² de la forma cuadrada
- 4 unidades de muestreo de 1000 m² de la forma rectangular

- 5 unidades de muestreo de 500 m² de la forma circular
- 5 unidades de muestreo de 500 m² de la forma cuadrada
- 5 unidades de muestreo de 500 m² de la forma rectangular

Para la instalación de las unidades de muestreo circulares se trazó cuadrículas en el mapa de la plantación, cada cuadrícula representó una unidad de muestreo de 1000 m² y se las numeró del 01 hasta el 50, posterior a esto se hizo un sorteo al azar en oficina, y después se realizó la instalación de las unidades de muestreo en el campo, con esta misma forma se instalaron las unidades de muestreo cuadradas y rectangulares, la misma técnica se utilizó para las unidades de muestreo de 500 m². Cuando las unidades de muestreo coincidieron se las movió a la siguiente cuadrícula

3.6.2. Distribución de las Unidades de Muestreo (ver mapa)

Las unidades de muestreo se dividieron dentro del área de estudio de la siguiente manera:

Superficie de la Unidad de Muestreo	1000 m ²
Tipos de unidades de muestreo	3
Cantidad de unidades de muestreo por forma	4
Total de unidades de muestreo	12

Tabla 1. Forma geométrica, Dimensiones, y Descripción de la Unidad de Muestreo de 1000 m²

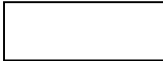
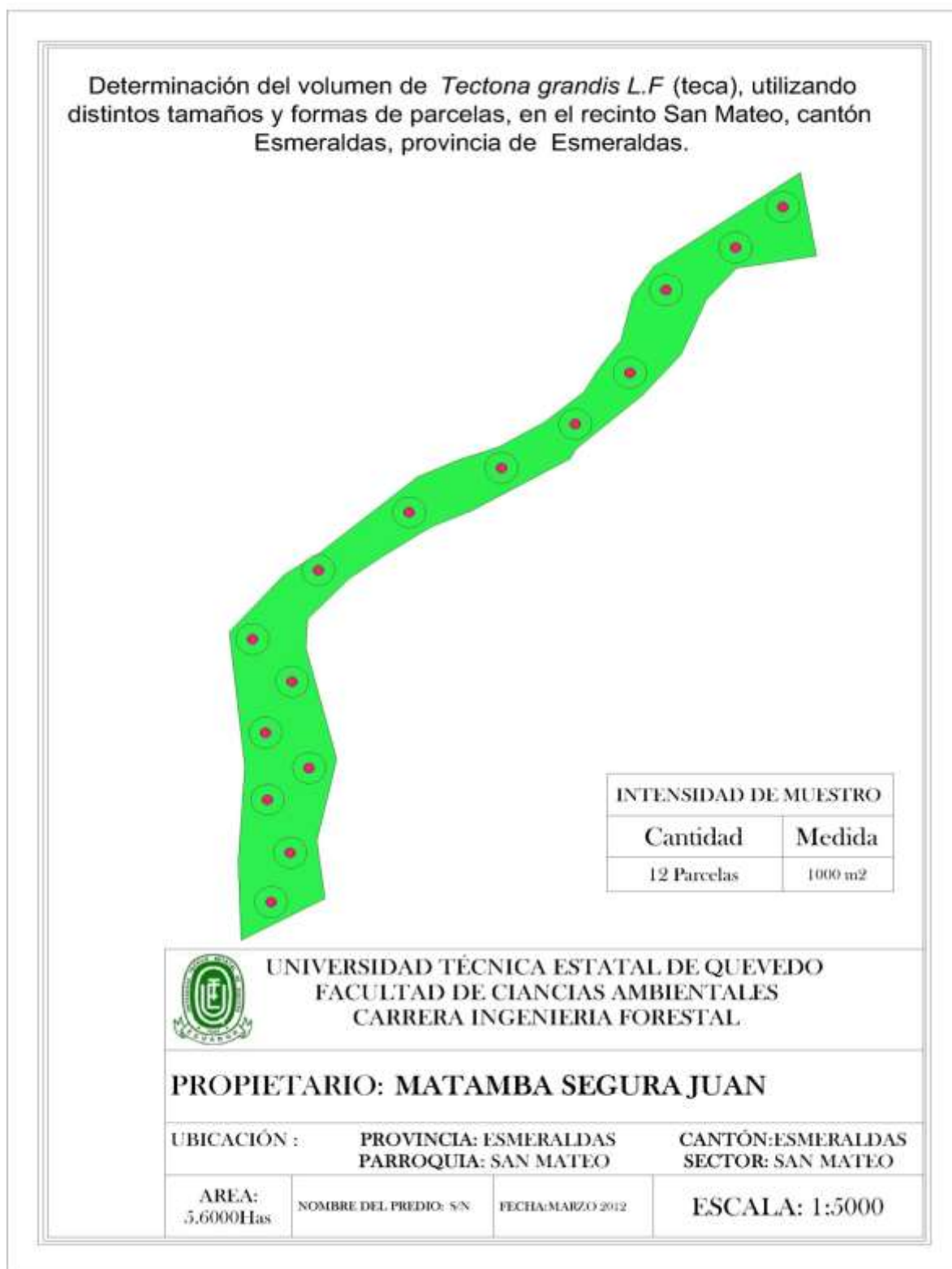
FORMA GEOMETRICA	NOMBRE	DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN
	Unidades de muestreo Circulares	17,84 m de radio	Se registró el 100% de los individuos vivos
	Unidades de muestreo Cuadradas	31,63 x 31,63 m	Se registró el 100% de los individuos vivos
	Unidades de muestreo Rectangulares	20 x 50 m	Se registró el 100% de los individuos vivos

Figura 2. Distribución de unidades de muestreo de 1000 m²



Las unidades de muestreo fueron divididas dentro del área de estudio de la siguiente manera:

Superficie de la Unidad de Muestreo	500 m ²
Tipos de unidades de muestreo	3
Cantidad de unidades de muestreo por forma	5
Total de unidades de muestreo	15

Tabla 2. Forma geométrica, Dimensiones, y Descripción de la Unidad de Muestreo de 500 m²

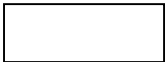
FORMA GEOMETRICA	NOMBRE	DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN
	Unidades de muestreo Circulares	12,64 m de radio	Se registró el 100% de los individuos vivos
	Unidades de muestreo Cuadradas	22,37 x 22,37 m	Se registró el 100% de los individuos vivos
	Unidades de muestreo Rectangulares	25 x 20 m	Se registró el 100% de los individuos vivos

Figura 3. Distribución de unidades de muestreo de 500 m²



3.6.3. Variables Evaluadas

3.6.3.1. Altura

Se estimó la altura de los árboles en metros (m), para lo cual se empleó un Hipsómetro de Sunnto. Para obtener la altura total (HT) se consideró desde el nivel del suelo hasta el ápice de cada árbol. Todos estos datos se registraron al momento de establecer las unidades de muestreo.

3.6.3.2. Diámetro

El diámetro (DAP) se registró a los todos los árboles. Para lo cual se empleó una cinta diamétrica. Los datos se registraron al momento de establecer las unidades de muestreo.

3.6.3.3. Área Basal

El área basal se calculó después de inventariar la plantación mediante la siguiente formula.

$$AB = \frac{\pi}{4} D^2$$

Dónde:

$\pi = 3,1416$

D^2 = Diámetro al cuadrado

3.6.3.4. Volumen

El volumen de los árboles en pie se calculó en base a su altura y diámetro, mediante la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times h \times f$$

Dónde:

$$\pi = 3,1416$$

D^2 = Diámetro al cuadrado

h = Altura

f = factor de forma

3.6.3.5. Inferencia estadística

3.6.3.5.1. Análisis de la forma geométrica en las unidades de muestreo

Se realizó el análisis de varianza para determinar si existían diferencias significativas entre las formas geométricas aplicadas dentro de las unidades de muestreo con un nivel de probabilidad del 95% sobre un diseño en bloques al azar, donde el criterio de bloqueo se estableció en función a la superficie de las unidades de muestreo.

3.6.3.5.2. Prueba de comparación de medias entre unidades de muestreo

Se realizó el análisis de la comparación de medidas entre unidades de muestreo para determinar si existía diferencia significativa entre ellas.

4. RESULTADOS

4.2. Volumen por muestreo en unidades de formas circular de 500 m²

En las cinco unidades de muestreo circulares, el número de individuos osciló entre 40 y 51. El DAP promedio fue de 0,116 m; y el promedio de altura total fue de 11,40 m; el promedio del volumen fue de 0,093 m³; y el volumen por unidades de muestreo fue de 4,13 m³ cuadro 2. La diferencia y porcentaje de error se observan en el cuadro 3. Los promedios del diámetro, altura total, volumen y volumen por unidades de muestreo son muy cercanos a los obtenidos en el censo cuadro 4.

Cuadro 2. Número de individuos, promedios de DAP, altura total y volumen en unidades de muestreo circulares de 500 m². San Mateo, Esmeraldas 2011.

Unidades de muestreo	Nº Individuos	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol Media (m ³)	Vol*Par (m ³)
1	42	0,12	12,35	0,10	4,37
2	43	0,10	10,47	0,07	3,12
3	40	0,12	11,70	0,10	4,00
4	46	0,11	10,74	0,08	3,88
5	51	0,12	11,75	0,10	5,31
Sumatoria	222	0,578	57,009	0,465	20,685
$\bar{X}$	44	0,116	11,402	0,093	4,137

Cuadro 3. Diferencia y error entre unidades de muestreo circulares de 500 m² y censo total

Vol Media (m ³)	Vol ha (m ³)	Vol Plantación (m ³)	Diferencia (m ³)	Porcentaje %
0,093	65,867	329,333	-8,058	2,447

Cuadro 4. Censo total

Área Plantada	Población total	Población ha	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol Media (m ³)	Vol ha (m ³)	Vol total (m ³)
5	3541	708	0,110	11,53	0,091	64,255	321,275

4.3. Volumen por muestreo en unidades de forma cuadrada de 500 m²

En las cinco unidades de muestreo cuadradas, el número de individuos osciló entre 47 y 60. El DAP promedio fue de 0,103 m; y el promedio de altura total fue de 10,78 m; el promedio del volumen fue de 0,080 m³; y el volumen por unidades de muestreo fue de 4,09 m³ cuadro 5. La diferencia y porcentaje de error se observan en el cuadro 6. Los promedios del diámetro, altura total, volumen y volumen por unidades de muestreo están muy alejados a los obtenidos en el censo cuadro 7.

Cuadro 5. Número de individuos, promedios de DAP, altura total y volumen en unidades de muestreo cuadradas de 500 m². San Mateo, Esmeraldas, 2011.

Unidades de muestreo	Nº Individuos	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol media (m ³)	Vol*Par (m ³)
1	60	0,11	10,65	0,08	4,70
2	47	0,12	11,20	0,09	4,15
3	51	0,11	10,67	0,08	3,83
4	49	0,07	10,62	0,08	3,98
5	51	0,11	10,78	0,08	3,83
Sumatoria	258	0,514	53,921	0,398	20,495
$\bar{X}$	52	0,103	10,784	0,080	4,099

Cuadro 6. Diferencia y error entre unidades de muestreo cuadrada de 500 m² y censo total

Vol Media (m ³)	Vol ha (m ³)	Vol Plantación (m ³)	Diferencia (m ³)	Porcentaje %
0,080	56,377	281,885	39,390	-13,974

Cuadro 7. Censo total

Área Plantada	Población total	Población ha	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol Media (m ³)	Vol ha (m ³)	Vol total (m ³)
5	3541	708	0,110	11,53	0,091	64,255	321,275

4.4. Volumen por muestreo en unidades de forma rectangular de 500 m²

En las cinco unidades de muestreo rectangulares, el número de individuos osciló entre 34 y 39 el DAP promedio fue de 0,115 m; y el promedio de altura total fue de 11,11 m; el promedio del volumen fue de 0,088 m³; y el volumen por unidades de muestreo fue de 3,24 m³ cuadro 8. La diferencia y porcentaje de error se observan en el cuadro 9. Los promedios del diámetro, altura total, volumen y volumen por unidades de muestreo están muy alejados a los obtenidos en el censo cuadro 10.

Cuadro 8. Número de individuos, promedios de DAP, altura total y volumen en unidades de muestreo rectangular de 500 m². San Mateo, Esmeraldas 2011.

Unidades de muestreo	N° Individuos	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol Media (m ³)	Vol*Par (m ³)
1	39	0,12	11,97	0,10	4,07
2	35	0,11	10,17	0,07	2,59
3	38	0,11	10,66	0,08	3,18
4	37	0,11	11,16	0,09	3,26
5	34	0,12	11,62	0,09	3,11
Sumatoria	183	0,574	55,583	0,441	16,202
Ȫ	37	0,115	11,117	0,088	3,240

Cuadro 9. Diferencia y error entre unidades de muestreo cuadrada de 500 m² y censo total

Vol Media (m³)	Vol ha (m³)	Vol Plantación (m³)	Diferencia (m³)	Porcentaje %
0,088	62,501	312,504	8,771	-2,807

Cuadro 10. Censo total

Área Plantada	Población total	Población ha	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol Media (m³)	Vol ha (m³)	Vol total (m³)
5	3541	708	0,110	11,53	0,091	64,255	321,275

4.5. Volumen por muestreo en unidades de formas circular de 1000 m²

En las cinco unidades de muestreo circulares, el número de individuos osciló entre 45 y 58 el DAP promedio fue de 0,113 m; y el promedio de altura total fue de 11,77 m; el promedio del volumen fue de 0,093 m³; y el volumen por unidades de muestreo fue de 4,95 m³ cuadro 11. La diferencia y porcentaje de error se observan en el cuadro 12. Los promedios del diámetro, altura total, volumen y volumen por unidades de muestreo son muy cercanos a los obtenidos en el censo cuadro 13.

Cuadro 11. Número de individuos, promedios de DAP, altura total y volumen en unidades de muestreo circulares de 1000 m². San Mateo, Esmeraldas 2011.

Unidades de muestreo	N° Individuos	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol Media (m ³)	Vol*Par (m ³)
1	58	0,12	12,84	0,12	6,80
2	45	0,11	11,52	0,08	3,64
3	56	0,10	10,89	0,07	3,98
4	53	0,12	11,85	0,10	5,42
Sumatoria	212	0,450	47,107	0,371	19,838
$\bar{X}$	53	0,113	11,777	0,093	4,959

Cuadro 12. Diferencia y error entre unidades de muestreo circular de 1000 m² y censo total

Vol Media (m ³)	Vol ha (m ³)	Vol Plantación (m ³)	Diferencia (m ³)	Porcentaje %
0,093	65,743	328,714	-7,439	2,263

Cuadro 13. Censo total

Área Plantada	Población total	Población ha	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol Media (m ³)	Vol ha (m ³)	Vol total (m ³)
5	3541	708	0,110	11,53	0,091	64,255	321,275

4.6. Volumen por muestreo en unidades de formas cuadradas de 1000 m²

En las cinco unidades de muestreo cuadradas, el número de individuos osciló entre 61 y 74. El DAP promedio fue de 0,109 m; y el promedio de altura total fue de 11,75 m; el promedio del volumen fue de 0,084 m³; y el volumen por unidades de muestreo fue de 5,528 m³ cuadro 14. La diferencia y porcentaje de error los observamos en el cuadro 15.

Los promedios del diámetro, altura total, volumen y volumen por unidades de muestreo están muy alejados a los obtenidos en el censo cuadro 15.

Cuadro 14. Número de individuos, promedios de DAP, Altura Total y Volumen en unidades de muestreo cuadradas de 1000 m². San Mateo, Esmeraldas 2011.

Unidades de muestreo	N° Individuos	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol Media (m ³)	Vol*Par (m ³)
1	61	0,10	11,48	0,07	4,56
2	74	0,12	12,11	0,10	7,46
3	61	0,10	11,48	0,07	4,56
4	65	0,11	11,92	0,09	5,54
Sumatoria	261	0,436	47,005	0,335	22,112
$\bar{X}$	65	0,109	11,751	0,084	5,528

Cuadro 15. Diferencia y error entre unidades de muestreo cuadrada de 500 m² y censo total

Vol Media (m ³)	Vol ha (m ³)	Vol Plantación (m ³)	Diferencia (m ³)	Porcentaje %
0,084	59,369	296,847	24,427	-8,229

Cuadro 16. Censo total

Área Plantada	Población total	Población ha	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol Media (m ³)	Vol ha (m ³)	Vol. total (m ³)
5	3541	708	0,110	11,53	0,091	64,255	321,275

4.7. Volumen por muestreo en unidades de formas rectangular de 1000 m²

En las cinco unidades de muestreo rectangulares, el número de individuos osciló entre 84 y 99. El DAP promedio fue de 0,108 m; y el promedio de altura total fue de 8,75 m; el promedio del volumen fue de 0,070 m³; y el volumen por unidades de muestreo fue

de 6,562 m³ cuadro 17. La diferencia y porcentaje de error se observan en el cuadro 18. Los promedios del diámetro, altura total, volumen y volumen por unidades de muestreo están muy alejados a los obtenidos en el censo cuadro 19.

Cuadro 17. Número de individuos, promedios de DAP, altura total y volumen en unidades de muestreo rectangular de 1000 m². San Mateo, Esmeraldas 2011.

Unidades de muestreo	Nº Individuos	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol Media (m ³)	Vol*Par (m ³)
1	99	0,12	8,29	0,07	7,19
2	84	0,10	8,29	0,06	4,99
3	96	0,11	8,84	0,07	6,62
4	95	0,11	9,60	0,08	7,45
Sumatoria	374	0,434	35,030	0,279	26,249
$\bar{X}$	94	0,108	8,757	0,070	6,562

Cuadro 18. Diferencia y error entre unidades de muestreo cuadrada de 500 m² y censo total

Vol Media (m ³)	Vol ha (m ³)	Vol Plantación (m ³)	Diferencia (m ³)	Porcentaje %
0,070	49,453	247,266	74,009	-29,931

Cuadro 19. Censo total

Área Plantada	Población total	Población ha	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol Media (m ³)	Vol ha (m ³)	Vol total (m ³)
5	3541	708	0,110	11,53	0,091	64,255	321,275

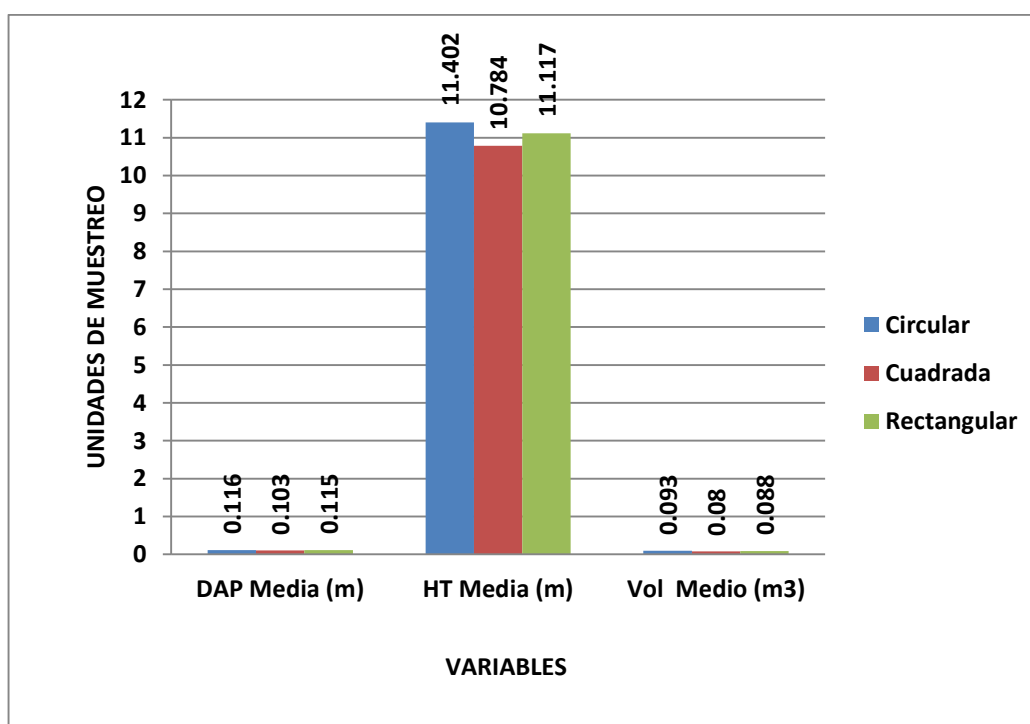
4.8. Precisión de las formas y tamaño de las unidades de muestreo de 500 m² y de 1000 m²

La forma de unidades de muestreo más precisa para el cálculo del volumen por muestreo fue la circular tanto en las de 500 m² y 1000 m² cuadro 20, porque se aproximaron más a los resultados del censo total.

Cuadro 20. Media del DAP, altura total y volumen promedio por unidades de muestreo; en las tres formas circular, cuadrada y rectangular de 500 m².

Unidades de muestreo	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol Medio (m ³)
Circular	0,116	11,402	0,093
Cuadrada	0,103	10,784	0,080
Rectangular	0,115	11,117	0,088

Grafico 1. Diferencia entre unidades de muestreo de 500 m²

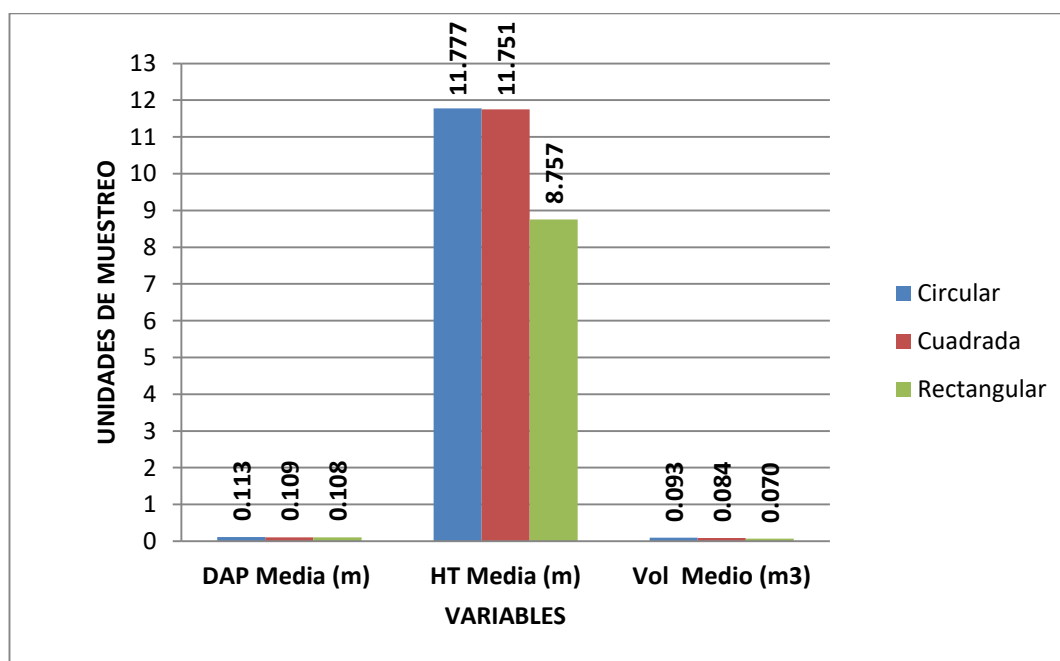


En el grafico 1 encontramos el DAP de las tres unidades de muestreo circular 0,116 m, cuadrada 0,103 m y rectangular 0,115 m de 500 m², la altura total de la circular 11,402 m cuadrada 10,784 m y la rectangular es 11,117 m. El volumen promedio por unidades de muestreo es: circular 0,093 m³, cuadrada 0,080 m³, y la rectangular es 0,088 m³. La parcela de forma circular es la que tiene mejor resultado porque es la que más se aproxima a los datos obtenidos en el censo total.

Cuadro 21. Media del DAP, altura total y volumen por unidades de muestreo; en las tres formas circular, cuadrada y rectangular de 1000 m².

Unidades de muestreo	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol Medio (m ³)
Circular	0,113	11,777	0,093
Cuadrada	0,109	11,751	0,084
Rectangular	0,108	8,757	0,070

Grafico 2. Diferencia entre unidades de muestreo de 1000 m²



En el grafico 2 encontramos el DAP de las tres unidades de muestreo circular 0.113 m, cuadrada 0,109 m y rectangular 0,108 m de 1000 m², la altura total de la circular 11,777 m cuadrada 11,751 m y la rectangular es 8,757 m, el volumen promedio por unidades de muestreo es: circular 0,093 m³, cuadrada 0,084 m³, y la rectangular es 0,070 m³. La parcela de forma circular es la que tiene mejor resultado porque más se aproxima a los datos obtenidos en el censo total.

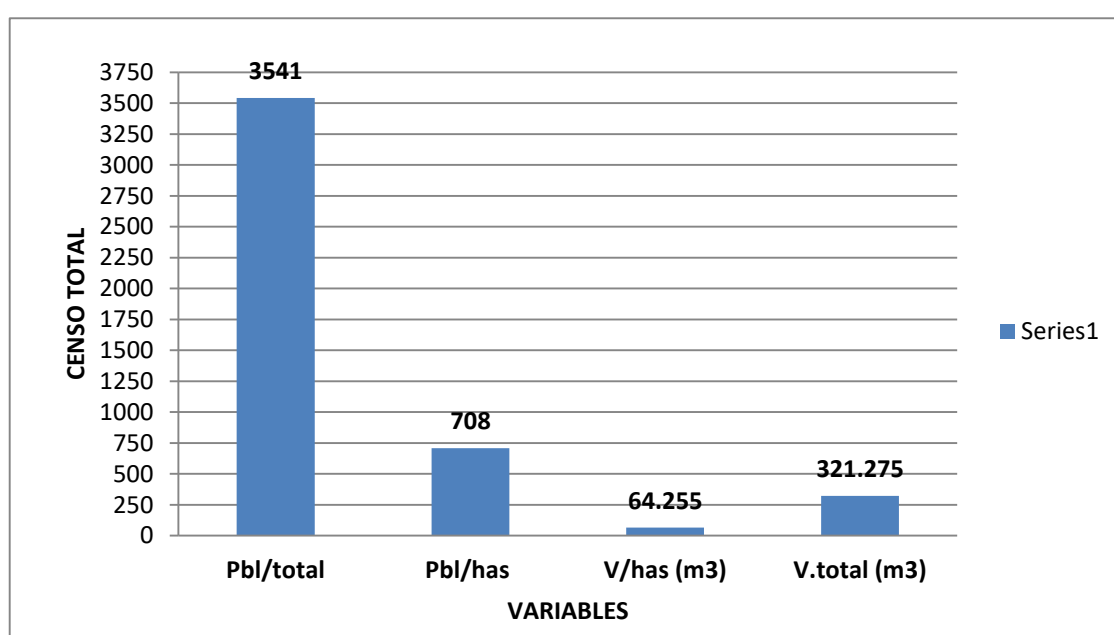
4.9. Resultados del Censo Total

Los resultados del censo total de la plantación se presentan en el cuadro 22 donde encontramos los siguientes parámetros: población total, población/ha, DAP promedio, altura total promedio, volumen promedio, volumen/ ha y volumen total.

Cuadro 22. Resultado del Censo total.

Área Plantada	Población total	Población ha	DAP Media (m)	HT Media (m)	Vol Media (m ³)	Vol ha (m ³)	Vol total (m ³)
5	3541	708	0,11	11,53	0,091	64,255	321,275

Grafico 3. Resultados del censo total



En el gráfico 3 encontramos los resultados del censo total: población total 3541 individuos, población por hectárea 708, volumen promedio por hectárea 64,255 m³, y el volumen de toda la plantación es 321,275 m³.

Cuadro 23. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	SC	CM	Fc	p
Tratamiento	2	0,4770	0,2385	0,1800	0,836580
Bloque	1	20,1117	20,1117	15,1807	0,000897
Error	20	26,4964	1,3248		
Total	23	47,0851			

El análisis de varianza cuadro 23 realizado en función de la variable volumen en m³ reveló que no existen diferencias significativas al 95% de probabilidad para la fuente de variación tratamiento (formas geométricas), a diferencia de bloques (superficie de las unidades de muestreo).

4.10. Prueba de comparación de medias entre unidades de muestreo

Cuadro 24. Comparación de medias entre unidades de muestreo circular y cuadrada para lotes de diferente dimensión en plantación de teca

Constantes estadísticas	Formas Geométricas	
	Circular	Cuadrada
Medias	0,1141 a	0,1059 a
Desviación estándar.	0,00212	0,00445
CV %	1,8580	4,2020

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales según la prueba de “t” al 95% de probabilidad.

En el cuadro 24 se muestran los valores de la comparación de medias entre dos tipos de formas geométricas circular y cuadrada para lotes de diferentes dimensiones en la plantación de teca, según el análisis estadístico no se presentan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para esta variable. Obteniéndose valores similares de 0,1141 de diámetro a la altura del pecho DAP para las unidades de muestreo circulares y 0,1059 de DAP para las unidades de muestreo cuadradas.

Cuadro 25. Comparación de medias entre unidades de muestreo circular y rectangular para lotes de diferente dimensión en plantación de teca

Constantes estadísticas	Formas Geométricas	
	Circular	Rectangular
Medias	0,1141 a	0,1116 a
Desviación estándar.	0,0212	0,00453
CV %	18,5801	4,0591

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales según la prueba de “t” al 95% de probabilidad.

En el cuadro 25 notamos que según el análisis estadístico realizado no se presentan diferencias estadísticas significativas en las formas geométricas circular y rectangular. Obteniéndose valores similares en las formas geométricas aplicadas en este estudio de 0,1141 de DAP para las unidades de muestreo circular y 0,1116 de DAP para las unidades de muestreo rectangular.

Cuadro 26. Comparación de medias entre unidades de muestreo cuadrada y rectangular para lotes de diferente dimensión en plantación de teca

Constantes estadísticas	Formas Geométricas	
	Cuadrada	Rectangular
Medias	0,1059 a	0,1116 a
Desviación estándar.	0,00445	0,00453
CV %	4,2020	4,0591

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales según la prueba de “t” al 95% de probabilidad.

En el cuadro 26 se observan los valores de la comparación de medias entre dos tipos de forma geométrica cuadrada y rectangular, para lotes de diferentes dimensiones en la plantación de teca en estudio, según el análisis estadístico no se presentan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para esta variable, aunque numéricamente se pueden observar diferencias entre una y otra, obteniéndose valores de 0,1141 de DAP para las unidades de muestreo circular y 0,1059 de DAP para las unidades de muestreo cuadrada.

5. DISCUSIONES

- La unidad de muestreo circular de 500 m² y 1000 m², nos dio el volumen más próximo al censo total, esto concuerda con (Philp 1993), que expresa que en plantaciones forestales compuesta por rodales menores a 10 hectáreas se recomienda usar unidades de muestreo de forma circular dado que su establecimiento es muy fácil ya que solo se requiere fijar un punto y ver cuál de los árboles quedan dentro del círculo, es más efectiva la unidad de muestreo con un radio de 12,62 (500 m²) y 17,84 (1000 m²) porque proyectan datos reales.
- La unidad de muestreo circular de 500 m² y 1000 m² tiene una diferencia del 3% del censo total esto concuerda con (SCOLFORO 1993) y (CALEJARI 1999) dicen que para las plantaciones forestales homogéneas es aceptable hasta un 15 % de diferencia entre unidades de muestreo y censo total.
- En la unidad de muestreo cuadrada encontramos datos más alejados de la realidad, esto nos sirve para decir que en plantaciones pequeñas no se debería aplicar unidades de muestreo de forma cuadrada esto concuerda con lo que expresa (Pineda 1998) que recomienda utilizar unidades de muestreo de forma cuadrada en bosques primarios húmedos de tamaños significativos debido a la alta riqueza de especies.
- Las unidades de muestreo rectangular y cuadrada tienen diferencia numérica significativa entre ellas tanto las de 500 m² y 1000 m² esto concuerda con Synnott (1991) que menciona que las unidades de muestreo cuadrada y rectangular tienen diferencias debido a las cantidades de árboles que abarcan, es por eso que se recomienda utilizar unidades de muestreo circular para muestras pequeñas.

6. CONCLUSIONES

- Se encontró diferencias numéricas significativas en el volumen entre las unidades de muestreo de 500 m² y 1000 m² de forma cuadrada y rectangular.
- Las unidades de muestreo con mejores resultados fue la forma circular tanto las de 500 m² y 1000 m²
- La unidad de muestreo circular proporcionó los datos mas reales, es de fácil establecimiento y se la puede formar con dos personas en 30 minutos las de 500 m² y en 50 minutos las de 1000 m², se requiere menor mano de obra en relación con las unidades de muestreo cuadrada y rectangular.
- Se acepta la hipótesis para las unidades de muestreo cuadrada y rectangular porque si existe diferencia significativa, pero se rechaza la hipótesis para las unidades de muestreo circular ya que no existe diferencia significativa.
- La plantación de teca está en óptimas condiciones de crecimiento comparadas con otras plantaciones de su misma edad según observación directa, que a futuro generará ganancias.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar la unidad de muestreo de forma circular de 500 m² y 1000 m².
- Se debe continuar investigando sobre las plantaciones de teca en sitios distintos y con diferentes espaciamientos de siembra
- Efectuar investigación en plantaciones de teca en diferentes edades en el litoral ecuatoriano
- Realizar este tipo de investigación con otras especies forestales, para conocer la diferencia de volumen entre ellas.
- Podría llevarse a cabo investigaciones similares que permitan evaluar parcelas con diferentes intensidades.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Benítez, R. F; Montesinos, JL. 1988. Catálogo de cien especies forestales de Honduras: Distribución, propiedades y usos. Siguatepeque, Honduras. Esnacifor. 215p.
- Betancourt, A. 1987. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Cuba, científico – técnica, p 342 – 356.
- Bruce, D; Schumacher, F. 1965. Medición Forestal, Trad. Por Ramón Palazón y José Meza, Editorial Herrera S.A. México D.F 490 p.
- Bustamante, C; Peñalver, A 1993. Aplicación de técnicas de muestreo en inventario forestal. Centro Universitario Piñar del Rio Cuba Departamento de Producción Forestal. Piñar del Rio. 46 p.
- Calejari, J. (1999). Tamaño óptimo de unidades muestrales para estudios de regeneración natural de un bosque virgen, Santa María: Universidad Federal de Santa María. Diseño de Muestreo, 89 p.
- Centeno, J. 1998. El manejo de las plantaciones de teca. p 10- 12.
- Chao, L. 1990. Introducción a la estadística Trad. Por María de Lourdes Fournier. Editorial Continental S.A. México D.F. 544 p.
- Chaves, E. 1991. Teca (*Tectona grandis*L.f.) árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 45p.

- Ecuaciones y tablas de volumen para árboles individuales en plantaciones de Teca (*Tectona grandis*). Vertiente del Pacífico, Costa Rica. 2005 (en línea). Consultado el 06 de agosto del 2011. Disponible en <http://www.una.ac.cr/inis/docs/teca/temas/fmora.pdf>
- Estandarización de unidades de medidas y cálculo de volumen de madera. 2004 (en línea). Consultado el 06 de agosto del 2011. Disponible en http://www.inafor.gob.ni:8080/documentos_tecnicos/pdf/Manuales%20T%C3%A9cnicos/ESTANDARIZACION%20DE%20UNIDADES%20DE%20MEDIDA%20Y%20CALCULOS%20DE%20VOLUMENES%20DE%20MADERA.pdf
- Estudio técnico y económico para el establecimiento de una plantación de teca. 2002 (en línea). Consultado el 06 de agosto del 2011. Disponible en http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2002/T1429.pdf
- FAO. 1977. Manual de Inventario Forestales. Con especial referencia a los bosques mixtos tropicales. Universidad de “Los Andes” Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida – Venezuela
- Ferreira, R. O. 2005 Herramientas para el Manejo de Bosques Inventario Forestal, Siguatepeque, Honduras IV 141 p.
- Fonseca, W. 2004. Manual para productores de teca (*Tectona grandis*) en Costa Rica
- Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 657p.
- Hashim, N. 1999. *Tectona grandis* (Verbenaceae). (en línea). Consultado el 11 de agosto del 2011 Disponible en <http://www.frim.gov.my/Hladang/SPECIES/TEAK/TEAK.HTM>

- Inventario Forestal 1986 C.A.P.V., 1988 (en línea). Consultado el 30 de mayo del 2011. Disponible en http://www.ccmss.org.mx/descargas/inventario_nacional_forestal_marzo_2088
- Inventario forestal 2008. (en línea). Consultado el 30 de mayo del 2011. Disponible en http://www.ccmss.org.mx/descargas/inventario_nacional_forestal_marzo_2008.pdf
- Jadán, S. 1981. Guía práctica de inventario forestales para permiso de explotación ministerio de agricultura y ganadería. Programa nacional de desarrollo forestal Centro de capacitación e investigación forestal Conocoto – Ecuador
- Krishnapillay, B. 2000. Silvicultura y ordenación de plantaciones de teca. (en línea). Instituto de Investigaciones Forestales de Malasia (FRIM). Consultado el 13 de agosto del 2011 Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/X45657E/x4565e04.htm>
- Pineda, P. 1998. Elementos de muestreos para el diseño de un inventario de bayal (*Desmoncus spp*) en el bosque petenero. In CATIE. Segunda Semana Científica 1998; resúmenes. Turrialba, Costa Rica pp. 103 – 107
- Prodan, M. 1997. Mensura forestal. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible e Inventario Forestales en bosques de latifoliadas. IICA. P 153 – 189.
- Regímenes de espaciamiento inicial y aclareo en plantaciones de teca (*Tectona grandis L.f.*) en Venezuela. 2003 (en línea). Consultado el 20 de julio del 2011. Disponible en <http://www.una.ac.cr/inis/docs/teca/temas/RegmenesdEspaciamiento1.pdf>

- Rizzo, P. 2000. La teca en Ecuador. (en línea). Proyecto SICA/MAG Ecuador Consultado el 16 de agosto del 2011 Disponible en http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/forestacion/ecuador_forestal.htm
- SAGPyA Forestal n° 28 sept 2003. (en línea). Consultado el 30 de mayo del 2011. Disponible en [http://biblioteca.ucn.edu.co/repositorio/Documents/ Agroindustria-Y-Forestales/12-Apoyo-ejecucion-de-plan-de-recursos/documentos/a_lectura_c%20omplementaria%20_inventario_forestal.pdf](http://biblioteca.ucn.edu.co/repositorio/Documents/Agroindustria-Y-Forestales/12-Apoyo-ejecucion-de-plan-de-recursos/documentos/a_lectura_c%20omplementaria%20_inventario_forestal.pdf)
- Scolforo, J. R. S.; Chaves, A.L. (1993). Definición del tamaño de unidades de muestreo para inventario forestal en bosque vírgenes. Congreso forestal panamericano e Congreso forestal Brasileño, V. L, p. 333 – 337.
- Seth S. K. Y Kaul O. N. 1980. Ecosistema forestales tropicales de la India: los bosques de teca (estudio de silvicultura y ordenación) Asia y Oceanía. p 710 – 717.
- Synnott, T. J. 1991. Manual de procedimiento de unidades de muestreo permanentes para bosque húmedo tropical@, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Serie de apoyo académico N° 12. 1 -103 p.
- Teca mejor inversión. 2010 (en línea). Consultado el 20 de julio del 2011. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/teca-mejor-inversion/teca-mejor-inversion.pdf>
- Tectona grandis L. f. Teca. 2000 (en línea). Consultado el 20 de julio del 2011. Disponible en <http://stivconsulta.cnbv.gob.mx/ArchivosStivC/T0921E0315/A092109083.pdf>

- Un modelo de competencia para las plantaciones de teca del área experimental de la reserva forestal Caparo (Barinas-Venezuela). 2001(en línea). Consultado el 06 de agosto del 2011. Disponible en http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24203/1/articulo_43_2_4.pdf

9. ANEXO

9.1. Anexo 1. Formato del Censo y unidades de muestreo en el recinto San Mateo, cantón Esmeraldas provincia de Esmeraldas 2011

UNIDAD DE MUESTREO			COORDENADAS					
PLANTACION			DISTANCIA			FECHA		
N°	DAP	ALTURA	N°	DAP	ALTURA	N°	DAP	ALTURA
1			26			51		
2			27			52		
3			28			53		
4			29			54		
5			30			55		
6			31			56		
7			32			57		
8			33			58		
9			34			59		
10			35			60		
11			36			61		
12			37			62		
13			38			63		
14			39			64		
15			40			65		
16			41			66		
17			42			67		
18			43			68		
19			44			69		
20			45			70		
21			46			71		
22			47			72		
23			48			73		
24			49			74		
25			50			75		

9.2. Anexo 2. Evaluando la altura en unidad de muestreo en el recinto San Mateo, cantón Esmeraldas provincia de Esmeraldas 2011



9.3. Anexo 3. Evaluando el diámetro del censo en el recinto San Mateo, cantón Esmeraldas provincia de Esmeraldas 2011

