

I. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existe una explotación selectiva de especies forestales de alto valor económico, que ha reducido la frecuencia y volumen de árboles de las principales especies. Esto ha motivado que en los últimos años en el Litoral se establezcan plantaciones, utilizando especies forestales introducidas, tales como ***Tectona grandis* L. F.** (teca), que presenta una gran adaptación a las condiciones climáticas y edáficas de la región (Carraceo 2000).

En la actualidad, se reconoce ampliamente que el éxito en el establecimiento y productividad de las plantaciones forestales depende en gran medida de la selección correcta, no solo de la especie, sino también de la procedencia de semilla dentro de la especie. La semilla representa un pequeño porcentaje de los costos totales de plantación; no obstante, una mala escogencia puede llevar a problemas a largo plazo. La importancia de utilizar la fuente de semilla apropiada para cada sitio, ha sido demostrada en cientos de ensayos establecidos en todo el mundo. Los ensayos de especies y procedencias representan el esfuerzo cooperativo de muchas personas e instituciones a lo largo de muchos años. Por lo tanto, deben ser establecidos y manejados apropiadamente, para que todo ese esfuerzo se traduzca en resultados confiables y aplicables a los programas de mejoramiento genético y de reforestación comercial (Mesén 1995).

En los países tropicales la teca es una especie muy utilizada en varios proyectos de reforestación por su fácil adaptabilidad a nuevos ambientes (Palanisamy y Subramaniam 2001). Se establece fácilmente mediante sistemas de plantación, lo que permite el empleo de material genético mejorado. Sin embargo, la variabilidad genética en nuestro medio es escasa y el material de siembra que utilizan los productores no presenta ningún grado de selección, reduciendo las posibilidades de mayor producción de madera. Puesto que la evaluación de procedencias busca incrementar la producción volumétrica por hectárea (Zobel y Talbert 1988), es necesario realizar investigaciones con este objetivo en nuestra región. Es importante emplear semilla mejorada en los planes de reforestación, lo cual también se puede obtener a través de la selección genética de las mejores procedencias y de árboles semilleros.

Considerando que en la Zona Central del Litoral ecuatoriano especialmente en la provincia de Los Ríos, la teca es utilizada en los planes de reforestación, por la calidad de su madera, rápido crecimiento e importancia económica, es necesario estudiar nuevas procedencias que permitan identificar los mejores materiales genéticos para ser utilizados en futuras plantaciones. En el presente estudio se busca evaluar el comportamiento dasonómico y fenotípico en cinco procedencias de teca, lo cual permitirá la selección de un material genético de mejores características productivas que la actual procedencia utilizada por los productores forestales de la región. Por lo que se plantearon los siguientes objetivos:

A. Objetivos

1. General

- Evaluar el comportamiento de cinco procedencias de ***Tectona grandis* L. F.** (teca), establecidas en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos.

2. Específicos

- Determinar los parámetros dasométricos de cinco procedencias de ***T. grandis* L. F.** en el cantón Quevedo.
- Estimar características cualitativas de las procedencias de ***T. grandis* L. F.** por medio de una pauta de selección.
- Determinar la ganancia genética en la selección de procedencias de ***T. grandis* L. F.**

3. Hipótesis

- Existen diferencias entre las variables cuantitativas evaluadas en las cinco procedencias de ***T. grandis* L. F.**

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. Descripción botánica de la teca

Nombre vulgar: Teca

Nombre científico: *Tectona grandis* L. F.

Familia: Verbenácea

1. Árbol

El árbol de teca puede alcanzar una altura de 60 metros, tiene copa amplia y redondeada, con un fuste recto y cilíndrico, libre de ramas en aproximadamente las dos terceras partes de la altura total. Tiene un fuste que puede alcanzar entre 0,8 a 2,6 m de diámetro a la altura del pecho (Briscoe 1995). Muy a menudo presenta raíces tablares. Tiene una corteza parda grisácea, escamosa y agrietada de hasta 1,5 cm. de espesor. Su albura es crema y amarillenta; el duramen es de color amarillo-dorado en los árboles recién cortados, luego se torna de color castaño-dorado a color olivo-dorado con franja oscuras. Tienen un olor peculiar por contener un aceite aromático. El sabor de la madera es amargo, tiene grano recto, fácil de trabajar, muy resistente y elástico, con una densidad de 0,6 a 0,7 g/cm³.

Las hojas son grandes, simples opuestas, ovoides o elípticas; verde oscuras y rugosas en el envés, de 40 a 50 cm. de ancho. Las flores son pequeñas, blancas y agrupadas en grandes panículas terminales. Sus frutos son pequeñas, drupas irregulares, redondeadas, de dos a tres centímetros de diámetro. Contienen de una a cuatro semillas oleaginosas de cinco a seis milímetros de largo. Dependiendo de la procedencia, entre 1250 a 2000 frutos pesan un kilogramo requiriendo una temperatura 3 a 5° C, para su almacenamiento.

2. Hojas

Las hojas de la teca, son opuestas ovales, verticiladas en plantas jóvenes, de color verde oscuro en la luz, verde claro y tomentosas en el envés, consistentes y ásperas al tacto. Comúnmente miden 40-50 cm de largo y 20-25 cm de ancho, pero en las

plantas jóvenes algunas de ellas son de mayor tamaño. Las hojas caen durante los meses de enero y febrero y el nuevo follaje se desarrolla con las primeras lluvias de invierno. En lugares húmedos se demora mas su caída, a veces, no se produce hasta principios de marzo. El follaje tierno posee un color rojizo que desaparece poco a poco (Betancourt 1987).

3. Flores

Los racimos florales (panículas) son terminales, rectos y ramificados de 45 cm de largo y 60 cm de ancho. Poseen flores finamente peludas con cáliz gris de seis lóbulos en forma de campana. La corola es blancuzca, en forma de embudo, tienen un tubo corto y seis lóbulos extendidos; seis estambres insertos en el tubo de la corola; y el pistilo tiene ovario de cuatro celdas con estilo delgado y estigma de dos lóbulos (Little y Dixon 1969).

4. Frutos

Las drupas pequeñas son de color castaño claro y forma esférica, como el tamaño de una avellana, tetraloculares. Están envueltos en un cáliz membranoso y persistente, semejante a una vejiguilla, plegada irregularmente; miden de 2 cm a 3 cm de diámetro. La época de maduración de los frutos se extiende desde noviembre hasta enero y caen a fines de abril (Betancourt 1987).

5. Semillas

Sus semillas son pequeñas, oleaginosas, de 5 a 6 mm de largo. Los frutos contienen desde 1 hasta 4 semillas, pero en la práctica cada fruto se considera una semilla. Entre 1100 y 1500 frutos (semillas) bien secos pesan 1 Kg (Little y Dixon 1969).

6. Madera

La teca produce una de las maderas más valiosas y apreciadas del mundo, a causa de sus excelentes cualidades y múltiples aplicaciones. El duramen, que desde temprana edad ocupa la mayor parte del tronco; es de color amarillento dorado entre

los árboles recién cortados. Luego se torna a castaño dorado o color oliva, vetado con franjas oscuras. La albura es blanquecina o amarillo crema, en algunos árboles castaño claro. Esta madera contiene cierto aceite aromático, que le da un olor peculiar; es untosa al tacto.

La madera de esta especie es más bien blanda, fácil de trabajar, muy resistente y elástica y adquiere buen pulimento. El grano es comúnmente recto y la textura fina y uniforme. Una vez seca, no se tuerce, agrieta ni altera. En contacto con el hierro (clavos, tornillos, etc.), no provoca ninguna alteración en este ni en sus propios tejidos. Es muy estable bajo cambios de temperatura y humedad, característica ésta que la hace superior a cualquier otra madera, para usos en los cuales sea necesario alternar sequedad y humedad, como son las cubiertas de barcos (Little y Dixon 1969).

La madera de teca tiene numerosas aplicaciones. Se emplea en toda clase de construcciones navales y rurales, ebanistería, artesanía, carpintería en general, decorado interior y exterior, carrocería, puentes y toda clase de obras que requieran madera de excelente calidad. El tinte rojizo que producen las hojas de la teca, se emplea en malabar para teñir seda y algodón. En algunos lugares de la India, se extrae el aceite de la madera de teca para usos medicinales (Betancourt 1987).

B. Distribución geográfica de teca

Para algunos autores, esta especie tiene una distribución natural que incluye la India y Birmania, para otros esta distribución involucra también el archipiélago de Malaya, Filipinas, Java y Siam; otros también incluyen a Cambodia, Indonesia, Laos y Tailandia (Torres 1995).

En América se encuentra plantada para uso de madera o como ornato en jardines botánicos desde el sur de Florida y en varios países tropicales incluyendo las Antillas, Cuba, Jamaica, Trinidad hasta Brasil. En Ecuador se establecieron las primeras plantaciones hace unos 50 años en la zona de Milagro, Balzar y Quevedo (Briscoe 1995). Hoy existen varias plantaciones, encontrándose las mejores en zonas semisecas, con estaciones fijas sin lluvias; parcelas experimentales

realizadas con la especie indican que la teca no se adapta en zonas muy húmedas de la región Amazónica y otras provincias del Ecuador.

1. Clima

La teca es una especie que requiere de un clima tropical cálido y húmedo, pero que disponga de un período seco de tres a cinco meses, con precipitaciones anuales de 1270 a 3800 mm, la extrema inferior es de 760 mm y la extrema superior es de 5000 mm. Se desarrolla a una altitud que va desde el nivel del mar hasta los 900 msnm. La temperatura media anual es superior a 20° C, aunque la media óptima se encuentra entre 22 a 28° C. La teca es una especie heliófita, por lo que requiere luz en todas las etapas de su desarrollo (CORMADERA 2000).

2. Suelos

La teca se desarrolla en suelos preferentemente franco arenoso o ligeramente arcilloso, fértil y profundo, con buen drenaje, de pH neutro o ligeramente ácido. Algunos autores coinciden en que la especie puede plantarse en una gran variedad de suelos y formaciones geográficas, a condición de que sean profundos, con buena aireación y drenaje (Krishnapillay 2000). En el Ecuador las mejores plantaciones se encuentran en suelos franco arenosos y con pH neutro. Se desarrolla bien en suelos ondulados y montañosos.

3. Viveros

Se recomienda someter las semillas de esta especie a tratamientos pregerminativos antes de sembrarlas; si no se tratan, la germinación es muy errátil. Algunas semillas demoran varios meses en germinar y otras no germinan (Parry 1957). Una vez germinadas las semillas, se llevan directamente a las platabandas (germinador) en las cuales permanecen allí hasta que la planta alcance 3 a 5 cm de altura. También se puede colocar las semillas pregerminadas directamente en las bolsas plásticas de polietileno y/o a platabandas en tierra para obtener pseudoestacas, las mismas que se obtienen al cabo de 6 u 8 meses (CORMADERA 2000).

C. Mejoramiento genético de teca

La mejora de plantas por los métodos tradicionales ha sido sin duda muy exitosa, lo cual se puede apreciar por el gran número de variedades que existen en cualquier especie de cultivo. Prueba de ello son los múltiples ejemplos del incremento del rendimiento en muchos cultivos por el efecto de la mejora genética (Rodríguez *et al.* 1995). La teca ha sido objeto de extensos programas de investigación en la India, Indonesia, Tailandia y Myanmar durante 50 años por lo menos. Algunos de los frutos destacados de estos programas han sido la identificación de material genético selecto para plantaciones en gran escala y el desarrollo de prácticas de silvicultura para alcanzar un nivel óptimo de producción de madera de alta calidad. En Malasia, (Krishnapillay 2000) reporta que se realizan investigaciones, para promover el desarrollo de las plantaciones de teca, en las siguientes áreas:

- Mejoramiento de los árboles, con el establecimiento de semilleros y huertos clonales para ofrecer materiales selectos de siembra para la multiplicación de los cultivos.
- Cultivo de tejidos, para desarrollar técnicas de propagación *in vitro* en gran escala para la producción de plantas de tipo uniforme para la industria de la plantación.
- Evaluación genética e identificación individualizada de clones de teca utilizando isoenzimas y marcadores moleculares.
- Cruce de especies en el terreno, con estudios detallados en curso.
- Regímenes óptimos de aclareo, requisitos de fertilizantes y prácticas sanas de silvicultura, mediante pruebas de cultivo.

1. Procedencias

Según (Noda *et al.* 1986), se llama procedencias al área o grupo de áreas con uniformidad suficiente en sus condiciones ecológicas y en la que se presentan

rodiales con características genotípicas o genéticas similares. Zobel y Talbert, (1988), definen a las procedencias como el “área geográfica original de la cual se obtuvieron las semillas y otros propágulos”. Por su parte Jara, (1995), agrega que dentro de una especie, las procedencias pueden definir por ejemplo el crecimiento y adaptabilidad a los sitios.

Existen varios términos relacionados con procedencia, algunos de los cuales se pueden prestar a confusión, ya que no hay consenso entre los investigadores y cada quien los utiliza según su criterio. A nivel centroamericano, se recomienda la adopción de las definiciones de (Styles 1979) y (Burley y Word 1979), por considerarlas más acordes con los términos populares y por lo tanto menos propensas a causar confusión. Dichos autores definen procedencia como el área geográfica y ambiental donde crecieron los árboles progenitores, dentro de la cual se ha desarrollado su constitución genética por selección natural y/o artificial.

La población de progenitores debe tener una base genética amplia y puede ser nativa o no nativa (introducida), en cuyo caso se hablaría de una procedencia nativa o una procedencia derivada, respectivamente. El término fuente de semilla se trata como sinónimo de procedencia. El término "origen" significa el área geográfica original (en el bosque nativo) donde crecieron los árboles progenitores, y puede coincidir o no con la procedencia (Mesén 1995).

2. Selección de procedencias

A lo largo del rango de distribución natural de una especie, las condiciones ecológicas específicas prevalecientes en diferentes regiones provocan cambios en la constitución genética de dichas poblaciones. Los individuos que no se adaptan al ambiente específico donde están creciendo mueren, mientras que aquellos que logran adaptarse transmiten sus genes a la siguiente generación. A lo largo de muchas generaciones se desarrollan razas geográficas o procedencias, es decir, poblaciones altamente adaptadas a su ambiente, que pueden ser muy diferentes a otras procedencias de la misma especie. Cuando se recolecta semilla de varias razas geográficas dentro del rango de distribución de la especie y se establecen en

un sitio común, es de esperar que los individuos respondan en forma muy diferente en cuanto a su crecimiento y comportamiento, como generalmente ocurre.

Al igual que con la selección de especies, no tiene sentido iniciar un programa de mejoramiento hasta no estar seguro de que se está trabajando con las mejores procedencias disponibles. Una vez determinadas las mejores procedencias, se debe obtener semilla para la creación de una población base. Si se tiene acceso directo a la región de procedencia, se puede iniciar el desarrollo de rodales semilleros para producción inmediata de semilla comercial, coleccionar semilla para el establecimiento de plantaciones semilleras o realizar selecciones a nivel de árbol individual para el establecimiento de ensayos de progenies, huertos semilleros o programas de silvicultura clonal (Mesén 1995).

3. Objetivo e importancia de las pruebas de procedencia

Según Mesén (1995), las pruebas de procedencias no son el lugar para conducir prácticas silviculturales tales como ensayos de espaciamiento, fertilización, preparación de sitio, raleos, etc., y sus objetivos principales generalmente deberían limitarse a:

- a) Identificar las procedencias más sobresalientes en términos de volumen, forma y calidad del material producido, y capacidad para producción sostenida (adaptación fisiológica al sitio).
- b) Determinar si existen interacciones genotipo-ambiente.
- c) Si las interacciones son importantes, identificar las mejores procedencias para cada sitio.
- d) Identificar las procedencias con mayor potencial para mejoramiento más avanzado y producir material de selección para construir la población de mejoramiento.
- e) Conocer los patrones de variación genética entre poblaciones de la especie.

Una vez identificadas las mejores procedencias, se pueden utilizar dichas fuentes para el establecimiento de ensayos silviculturales o de otra índole.

Según Noda *et al.* (1986), las pruebas de procedencias tienen los siguientes objetivos:

- Determinar la extensión y patrones de variación genética en tantos caracteres como sea posible (anatómicos, biológicos, morfológicos, etc), a través de lotes de semillas recolectadas en el rango de distribución de la especie.
- Determinar el efecto de esos caracteres en diferentes condiciones climáticas dentro del rango de distribución de la especie.
- Comparar las plantas procedentes de semillas recolectadas en rodales, con plantas derivadas de semillas recolectadas en plantaciones.
- Jerarquizar y agrupar las procedencias dentro de cada localidad en orden de adaptabilidad y productividad. Los caracteres mas importantes serán aquellos relacionados con la supervivencia y la resistencia a los factores adversos, como el crecimiento (altura, diámetro y volumen), forma y rectitud del fuste. Sin embargo, es importante efectuar estudios sobre las propiedades de la madera con la finalidad de contar con un programa completo sobre las diferencias en las localidades y su posible utilización.
- Ubicación de las masas semilleras idóneas al lugar, es decir, que ofrezcan un material reproductivo mejor adaptado y más productivo de una forma rápida y económica.

En síntesis las pruebas de procedencias (PP) permiten evaluar las diferencias de rendimiento entre diferentes genotipos en un ambiente dado y observar si estas diferencias son las mismas en dos o más situaciones ambientales diferentes.

Un programa de selección de especies y procedencias permite adquirir conocimientos fundamentales, por ejemplo sobre:

- Exigencia de la especie.
- Leyes de variación, en particular y, en especial explicación de la variación genética debido a la presión de selección que ejercen las variaciones de los factores ambientales.
- Interacción genotipo - medio ambiente.
- Evaluación de la especie.

Sobre el mismo tema Jara (1995), manifiesta que se encuentra plenamente establecido que, la selección de procedencia es de gran importancia. La falta de éxito en las plantaciones forestales puede deberse a que la fuente de semilla usada proviene de una área con condiciones ambientales diferentes al sitio de plantación.

4. Rodales semilleros

Cuando se han identificado las mejores especies y procedencias, los mejores rodales existentes, ya sea naturales o plantados, pueden ser mejorados mediante la remoción de individuos inferiores y manejados adecuadamente para convertirlos en rodales semilleros. Los rodales semilleros son una medida económica y rápida para asegurar el abastecimiento de semilla de origen reconocido, que proporciona ganancias genéticas modestas pero superiores a las que se obtienen de semilla de plantaciones inferiores y/o no manejadas. Los rodales semilleros pueden ser desarrollados a partir de rodales naturales, pero los mejores rodales se establecen a partir de plantaciones, donde los árboles han sido plantados al mismo tiempo y manejados bajo condiciones similares.

Muchos programas de mejoramiento genético han tomado la sabia decisión de establecer rodales identificados por procedencia, al mismo tiempo que establecen los ensayos de procedencias. De esta manera, tan pronto los ensayos produzcan información confiable, los rodales de las mejores procedencias pueden ser manejados y utilizados inmediatamente para la producción de semilla. Los demás simplemente se cosechan para aprovechar el producto y además pueden

proporcionar uno o más árboles sobresalientes, que aparecen ocasionalmente aún en estas procedencias inferiores, y que contribuirán a aumentar la variabilidad genética de las poblaciones de mejoramiento (Mesén 1995).

En Cuba se realizó un ensayo de 15 diversas procedencias de semillas de ***T. grandis* L. F.** ocho adquiridas en el extranjero como parte de un ensayo internacional, y el resto de masas semilleras cubanas, de las que el origen de la semilla que se utilizó para producir esos rodales se desconoce. En su mayoría parece provenir de árboles o grupos de árboles que a su vez habían sido introducidos con anterioridad en Cuba procedentes de Trinidad, en cuya Isla fue introducida la especie desde Birmania en 1913 (Hidalgo *et al.* 1986).

El 15 de diciembre de 1978 se realizó la siembra en canteros sin guarderas como los utilizados para producir posturas a raíz desnuda, con un marco de 10 cm x 10 cm y la fecha de plantación efectuada entre los días 10 y 12 de septiembre de 1979. El número de posturas llevadas al campo estuvo condicionado a la cantidad producida en vivero para cada tratamiento. Las semillas correspondientes a los tratamientos 1, 3, 5 y 6 germinaron muy mal y no pudieron ser representadas en el diseño de campo, y en los tratamientos 2, 4, 7, 8, 13, 14, 15, 17, 18 y 19 hubo que reducir el número de individuos que se había de incluir en el diseño. Los cuidados dados a la plantación experimental consistieron en chapeas mecanizadas y manuales. A los dos años de edad se les realizó una poda a todas las plantas para eliminar las ramas inferiores, de abajo hacia arriba, hasta dejar libre de estas 1/3 de la altura de los arbolitos.

El diseño experimental utilizado en la plantación fue el de bloques incompletos al azar con 15 tratamientos (procedencias), cada parcela quedó formada por 49 plantas en un marco de plantación de 4 m x 4 m. Los índices medidos en el experimento fueron altura promedio a los 25 árboles del centro de la parcela en los años 1980 y 1982, en el año 1984 se midió la altura y el diámetro a todos los árboles con que contaba la parcela y conteos de supervivencia a los cinco meses y a los cinco años de haberse efectuado la plantación (Hidalgo *et al.* 1986).

5. Plantaciones semilleras

Este tipo de plantaciones se establecen con procedencias que han demostrado su superioridad en ensayos de campo. Su objetivo principal es la producción de semilla, de manera que su ubicación, establecimiento y manejo están enfocados desde el inicio a lograr este objetivo.

Existe otra variante conocida como plantaciones piloto. Estas son plantaciones generalmente de mayor extensión, que se utilizan para validar el material seleccionado bajo condiciones normales de manejo, proporcionar material para selecciones y además, cumplen una importante función demostrativa, especialmente en el caso de especies nuevas poco conocidas. Este tipo de plantaciones también pueden ser convertidas en rodales semilleros, si cumplen con los requisitos necesarios (Mesén 1995).

6. Selección de árboles plus

Como se mencionó anteriormente, aún dentro de procedencias superiores existe una gran variabilidad entre los diferentes individuos que la componen. Basta recorrer cualquier plantación para darse cuenta de esto. Ocasionalmente aparece un árbol que llama la atención por sus características sobresalientes en cuanto a tamaño, rectitud, forma de la copa, etc. Estos se conocen como árboles “plus”. Esta etapa en el proceso de mejoramiento pretende seleccionar varias decenas de estos árboles superiores y utilizarlos como progenitores de las siguientes generaciones.

Sólo aquellos árboles que cumplan ciertos requisitos preestablecidos son admitidos en el programa de mejoramiento, de manera que al final, cada árbol admitido ha sido seleccionado entre varios miles de árboles observados. Estos árboles dan inicio a varias etapas dentro de un Programa de Mejoramiento, tales como pruebas de progenies, huertos semilleros y plantaciones clonales. La efectividad de las selecciones depende en gran medida de las características evaluadas en el árbol, las cuales deben ser de alta heredabilidad (Mesén 1995).

La selección de árboles “plus” se basa en ciertas características visibles del árbol, tales como la forma del fuste, la altura, la ramificación, etc., es decir, su fenotipo. En este momento no se sabe si el árbol seleccionado luce superior porque es genéticamente superior, porque ha sido favorecido por el microambiente en el cual ha crecido, porque es de mayor edad que el resto o por una combinación de algunos o todos estos factores.

Los árboles en plantaciones han estado sometidos a las mismas condiciones ambientales a lo largo de su vida, generalmente son de la misma edad y han recibido un manejo similar. Por lo tanto, es de esperar que la superioridad de ciertos árboles sea en gran parte debida a su genotipo. Por eso se dice que la selección en plantaciones es mas eficiente que en el bosque natural, donde no se sabe mucho acerca del manejo anterior ni de la edad de los árboles. Para probar si la superioridad de un árbol es genética, se determina su capacidad de transmitir esas características a sus descendientes, a través de pruebas de progenies (Mesén 1995).

III. MATERIALES Y METODOS

A. Características del campo experimental

1. Ubicación del proyecto

Esta investigación se realizó en la finca experimental "La Represa", propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), la misma que se encuentra ubicada en el recinto Fayta, kilómetro 7,5 de la vía Quevedo - San Carlos, provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica es 01°03'18" de latitud sur y 79°25'24" de longitud oeste, a una altura de 73 msnm.

2. Características ecológicas

Cuadro 1. Características ecológicas del área experimental

Parámetro	Quevedo
Altitud	73 msnm
Precipitación anual*	2026,5 mm
Temperatura media*	24,6°C
Humedad relativa*	86,0%
Zona ecológica	bh - T
Topografía	Irregular
Textura del suelo	Franco arcilloso - limoso
pH	5,6 - 6,0
Heliofanía*	848,2 Horas luz/año

Fuentes: Mapa general de suelos. 1986

*Datos promedios registrados en los años 2000 a 2003, Estación Meteorológica del INAMHI, Localizada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP

B. Materiales de campo

- Hipsómetro de Sunnto
- Cinta diamétrica
- Cámara digital
- Machete
- Pintura
- Brocha
- Pauta de selección
- Cuerda

C. Materiales de oficina

- Computadora
- Hojas
- Diskette
- CD

D. Material vegetativo

Las procedencias de teca de esta investigación fueron establecidas en enero del año 2000, mediante semillas certificadas provenientes de Costa Rica (4 procedencias) y de Quevedo (1 procedencia).

El material experimental utilizado en esta investigación fueron las siguientes procedencias de teca:

Nº	Procedencia	Origen
1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	Costa Rica
2	Pilangosta Hoja ancha Guanacaste Lote 2	Costa Rica
3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	Costa Rica
4	Parrita Quepos Puntarenas	Costa Rica
5	Quevedo provincia de Los Ríos	Ecuador

E. Diseño experimental

Para esta investigación se aplicó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos (procedencias) y tres repeticiones, dando un total de 15 unidades experimentales. Las plantas de teca se encuentran establecidas a un espaciamiento de 3 x 3 m, cada parcela cuenta con 49 plantas, de las cuales 25 se ubican en el área útil. Se utilizaron los datos históricos existentes en la Unidad de Investigación Agropecuaria de la UTEQ (UIA) y se registraron datos durante el año 2004, tanto de parámetros dasométricos como de características subjetivas.

Cuadro 2. Esquema del análisis de varianza

FV		GL
Repeticiones	$(r - 1)$	2
Tratamientos	$(t - 1)$	4
Error	$(r - 1) (t - 1)$	8
TOTAL	$t \times r - 1$	14

Para el análisis de los datos registrados, se empleó el software estadístico MSTAT y para las determinaciones de las diferencias entre medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

E. Variables y métodos de evaluación

1. Altura total

La estimación de la altura total de los árboles (m) se la realizó con el hipsómetro de “Suunto”, instrumento que permite conocer la altura directamente, en base a la distancia horizontal de 15 y 20 m. Este dato se registró al cuarto mes del inicio del proyecto.

2. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Esta medición se la realizó a 1,30 m sobre el nivel del suelo, a la altura del pecho (DAP), utilizando una cinta diamétrica graduada en centímetros, Se registró al cuarto mes del inicio del proyecto.

3. Área basal

Con los datos del diámetro, se procedió a calcular el área basal (m²) mediante la siguiente fórmula:

$$AB = \frac{\Pi (DAP)^2}{4}$$

Donde:

AB : ÁreaBasal(m²)
Π : 3,1416(constante)
DAP : Diámetroa la AlturadelPecho(cm)
4 : Constante

4. Volumen

Una vez obtenidos los datos de la altura total, y área basal, se procedió a calcular el volumen (m³) aplicando la siguiente fórmula:

$$V = AB \times L$$

Donde:

V : Volumen(m³)
AB : ÁreaBasal(m²)
H : AlturaTotal(m)

5. Rectitud del fuste

Para evaluar la rectitud del fuste de cada árbol, se utilizó un rango de calificación de 1 a 4, (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal 1997), distribuidos como sigue:

- 1 = Árbol con torceduras que le impiden proyectarse hasta su ápice a través del fuste
- 2 = Árbol recto, con más de una leve torcedura
- 3 = Árbol recto, con una leve torcedura
- 4 = Árbol perfectamente recto

La recopilación de este dato se registró al sexto mes del inicio del proyecto.

6. Diámetro de ramas

Para evaluar el diámetro de ramas se utilizó un rango de calificación de 1 a 5, (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal 1997), tal como se explica a continuación:

- 1 = Diámetro muy superior al promedio (pésimo)
- 2 = Diámetro moderadamente superior al promedio
- 3 = Diámetro promedio
- 4 = Moderadamente inferior al promedio
- 5 = Muy inferior al promedio (óptimo)

La recopilación de este dato se realizó al sexto mes del inicio del proyecto.

7. Ángulo de inserción de ramas

Para la evaluación del ángulo de inserción de las ramas se utilizó un rango de calificación de 1 a 5, (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal 1997), de la siguiente forma:

- 1 = Ángulo muy cercano a 0° (ángulo pésimo)
- 2 = Ángulo cercano a 0°
- 3 = Ángulo promedio
- 4 = Ángulo cercano a 90°
- 5 = Ángulo muy cercano o igual a 90° (ideal)

La recopilación de este dato se registró al sexto mes del inicio del proyecto.

8. Supervivencia

Para conocer el porcentaje de supervivencia de las plantas se aplicó una regla de tres simple en función del número de árboles plantados. El porcentaje se determinó al sexto mes de iniciada esta investigación.

9. Cálculo de los valores genéticos de las procedencias para calcular la ganancia genética

Del estudio fenotípico de las procedencias nace la pregunta: ¿Cuánto se espera ganar realmente con la selección de la mejor procedencia? Para responder a esta pregunta para la altura total, diámetro y volumen se calculan los valores genotípicos y la ganancia genética. Estas estimaciones se calculan siempre y cuando existen diferencias estadísticas significativas en las variables antes mencionadas.

El modelo estadístico en el análisis de variaciones es:

$$X_{ij} = m + a_i + b_j + e_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = el valor observado (Ej. Altura total)

m = la media general

a_i = el efecto de la procedencias "i", $i = 1,2,3,4,5$

b_j = el efecto del bloque "j", $j = 1,2,3$

e_{ij} = es el residual

Se asume la a_i y e_{ij} son independiente, normalmente distribuidos con promedio cero y varianzas σ^2_a y σ^2 , respectivamente.

El valor fenotípico de la procedencia "i" (F_i) es :

$$F_i = m + a_i: \quad i = 1,2,3$$

El valor genotípico de la procedencia "i" (G_i) es :

$$G_i = m + H^2_{BS} (F_i - m)$$

Donde H^2_{BS} es la heredabilidad en el sentido amplio de los valores medios de las procedencias.

La Ganancia Genética (ΔG_i) debida a la selección de las procedencias es:

$$\Delta G_i = H^2_{BS} (F_i - m)$$

La heredabilidad de las procedencias se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H^2_{BS} = V_G / V_F = \sigma^2_a / (\sigma^2_a + \sigma^2/4)$$

Las componentes de varianza σ^2_a y σ^2 se derivan del análisis de varianza.

Cuadro 3. Componentes de la varianza y heredabilidad de procedencias de teca.

FV	GL	CM	CME
Procedencias			$\sigma^2 + 4\sigma_a^2$
Bloque			$\sigma^2 + 3\sigma_b^2$
Error			σ^2

$$H^2(\text{Proc.}) = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma^2/4}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Altura total

La altura de las cinco procedencias de teca estudiadas, no presentó diferencias estadísticas significativa según el test de Tukey ($p \leq 0,05$) (Cuadro 4). La altura estuvo entre 13,84 m en la procedencia Santa Cruz, Guanacaste Lote 059/966 y 14,95 m en la procedencia Parrita, Quepos Puntarena, con un coeficiente de variación de 5,31 %. El Incremento Medio Anual (IMA) fue de 3,46 y 3,74 m (Cuadro 4). La altura de las procedencias evaluadas fue superior a los resultados obtenidos por la UIA (2001) que determinó un promedio de 13,63 m en teca procedente de Honduras a los cuatro años de edad, plantadas a 3 x 3 m, en parcelas permanente ubicadas en Quevedo, Ecuador. En cambio fue inferior a las determinadas por Moya (2002) quien en Costa Rica reportó para la teca una altura entre 18,6 y 19,8 m a los cinco años de edad, lo que corresponde a 3,72 y 3,96 m de IMA; mientras que los IMA determinados en este estudio son superiores al expresado por Miller (1969) con 1,8 m de IMA a los 10 años de edad, lo que sugiere que a medida que se avanza en edad, el IMA se va reduciendo.

La altura de todas las procedencias evaluadas fue superior a las reportadas por Hidalgo *et al.* (1986) en 15 procedencias de teca con cinco años de edad con valores entre 2,93 y 7,29 m. En Trinidad, Streets (1962) determinó para una plantación de cinco años una altura de 12,8 m; mientras que UIA (2001) reportó una altura de 15,5 m para plantaciones de teca de cuatro años de edad en Quevedo, Ecuador. Los resultados en altura no difieren de los determinados por Pérez *et al.* (2002), en Costa Rica para teca de cuatro años y a 3 x 3 m, con una altura de 13 metros.

La relación altura total - edad, considerando los datos históricos proporcionados por la Unidad de Investigación Agropecuaria de la UTEQ y los registrados durante el año 2004, se exponen en la Figura 1, observándose que se produce un desarrollo parecido entre las procedencias estudiadas.

Cuadro 4. Altura total (m) de *T. grandis* L. F. en cinco procedencias y su incremento, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

Nº	Procedencia	Edad 3 años	Edad 4 años	Incremento (2003-2004)	IMA
1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	12,59a	14,71a	2,12	3,68
2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	11,63a	14,45a	2,82	3,61
3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	11,61a	13,84a	2,23	3,46
4	Parrita Quepos Puntarenas	13,02a	14,95a	1,93	3,74
5	Quevedo provincia de Los Ríos	11,94a	14,54a	2,6	3,64
CV %		6,58	5,31		

* Medias con letras iguales no difieren entre si estadísticamente según el test de Tukey, ($p \leq 0,05$)

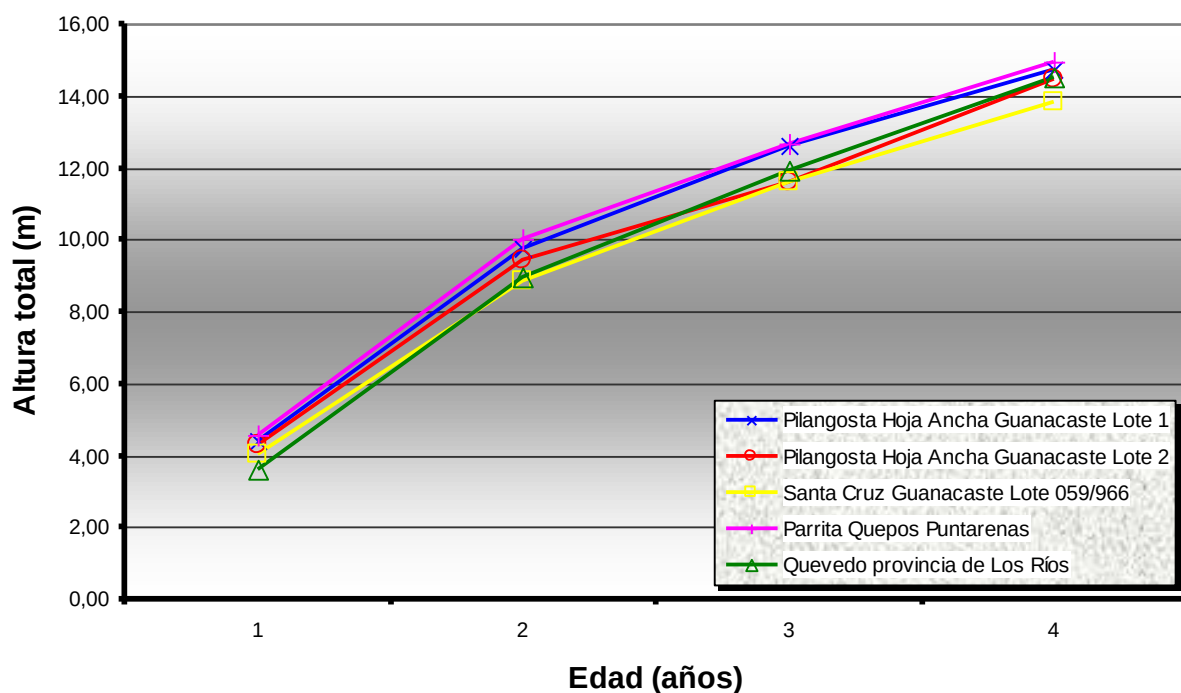


Figura 1. Relación altura total - edad de *T. grandis* L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

B. Diámetro

En el diámetro no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las procedencias evaluadas (Cuadro 5). El diámetro estuvo entre 13,7 cm en la procedencia Santa Cruz, Guanacaste Lote 059/966 y 14,3 cm en la procedencia Pilangosta, Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, con un coeficiente de variación de

4,2 %. El Incremento Medio Anual fue de 3,4 y 3,6 cm, en su orden (Cuadro 5). El diámetro de las procedencias de esta investigación resultó inferior a 16,36 cm determinado por UIA (2001) para teca de cuatro años de edad procedente de Honduras en parcelas permanentes ubicadas en el cantón Quevedo, Ecuador; Así mismo, resultaron inferiores a los reportados por Moya (2002) para teca en Costa Rica a los cinco años de edad, con 26,3 y 21 cm equivalente 5,26 y 4,20 cm, de IMA, respectivamente.

Los resultados en diámetro concuerdan con los determinados por Pérez *et al.* (2002), en Costa Rica para teca de cuatro años y a 3 x 3 m con un diámetro de 13,5 cm. Mientras que el diámetro de las cinco procedencias en estudio fue superior al que presentó Hidalgo *et al.* (1986) entre 3,21 y 9,31 cm en 15 procedencias de teca a los cinco años de plantadas estudiada en Itabo, Cuba. Los IMA de las procedencias estudiadas son mayores a los determinados por Miller (1996) con 2,1 cm a los 10 años de edad. Los resultados obtenidos fueron parecidos a los 14,5 cm de diámetro determinados por UIA (2001) para teca de cuatro años de edad en Quevedo, Ecuador. Al respecto Streets (1962) reportó 9,7 cm para teca a los cinco años para plantaciones en Trinidad.

Cuadro 5. Diámetro (cm) de *T. grandis* L. F. en cinco procedencias y su incremento, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

Nº	Procedencia	Edad 3 años	Edad 4 años	Incremento (2003-2004)	IMA
1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	12,0a	14,3a	2,3	3,6
2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	11,8a	14,2a	2,4	3,6
3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	11,2a	13,7a	2,5	3,4
4	Parrita Quepos Puntarenas	11,2a	14,1a	2,9	3,5
5	Quevedo provincia de Los Ríos	10,6a	13,9a	3,3	3,5
CV %		8,0	4,2		

*Medias con letras iguales no difieren entre si estadísticamente según el test de Tukey, ($p \leq 0,05$)

La relación diámetro - edad, considerando los datos históricos proporcionados por la Unidad de Investigación Agropecuaria de la UTEQ y los registrados durante el año 2004, se exponen en la Figura 2, observándose que se produce un desarrollo parecido entre las procedencias estudiadas.

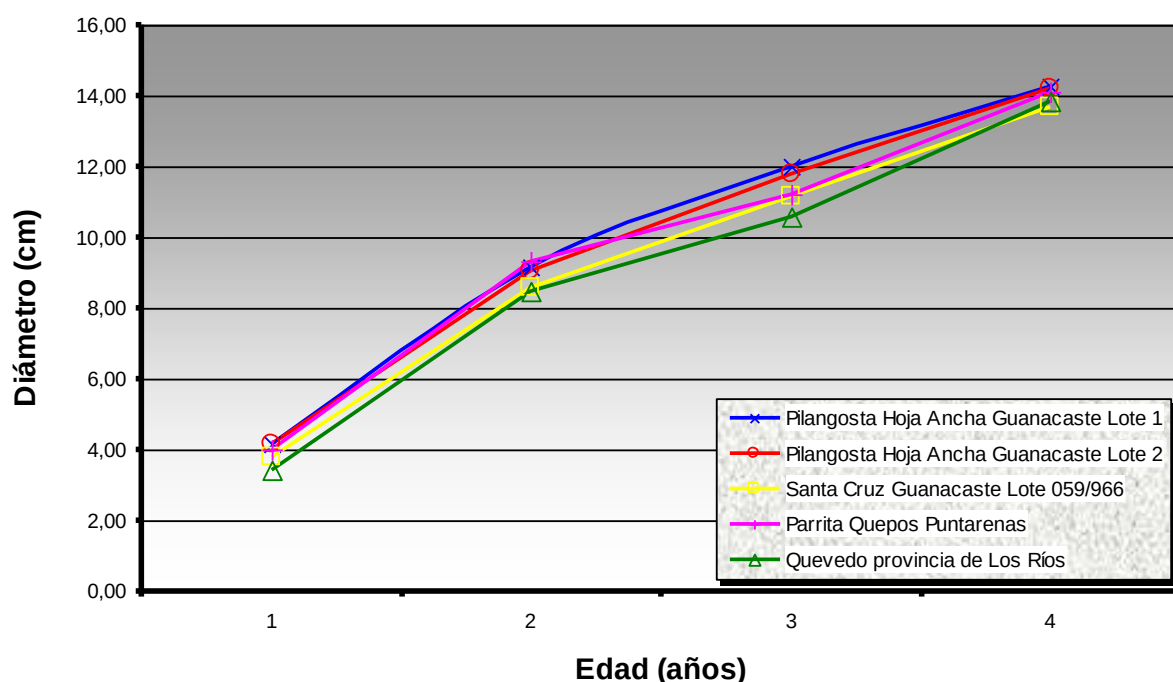


Figura 2. Relación diámetro - edad de *T. grandis* L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

C. Área basal

En el área basal no se reportaron diferencias estadísticas significativas entre las procedencias en estudio (Cuadro 6). El área basal estuvo entre 0,015 m²/árbol en las procedencias Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 y Quevedo provincia de Los Ríos, y 0,016 m²/árbol en las procedencias Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 y Parrita Quepos Puntarenas, con un coeficiente de variación de 8,02 % (Cuadro 6).

El área basal de las cinco procedencias fue inferior a la que reportó UIA (2001) en un ensayo con teca procedente de Quevedo de cuatro años de edad y a 3 x 3 m de espaciamiento, la misma que produjo 0,017 m²/árbol. De igual forma produjeron menor área basal que la reportada por UIA (2002) para teca procedente de Honduras de cuatro años a 3 x 3 m de espaciamiento con 0,022 m²/árbol.

Cuadro 6. Área basal ($\text{m}^2/\text{árbol}$) de *T. grandis* L. F. en cinco procedencias y su incremento, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

Nº	Procedencia	Edad 3 años	Edad 4 años	Incremento (2003-2004)	IMA
1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	0,011a	0,016a	0,005	0,004
2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	0,011a	0,016a	0,005	0,004
3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	0,010a	0,015a	0,005	0,004
4	Parrita Quepos Puntarenas	0,010a	0,016a	0,006	0,004
5	Quevedo provincia de Los Ríos	0,009a	0,015a	0,006	0,004
CV %		16,45	8,02		

* Medias con letras iguales no difieren entre si estadísticamente según el test de Tukey, ($p \leq 0,05$)

La relación área basal - edad, considerando los datos históricos proporcionados por la Unidad de Investigación Agropecuaria de la UTEQ y los registrados durante el año 2004, se exponen en la Figura 3, observándose que se produce un desarrollo parecido entre las procedencias estudiadas.

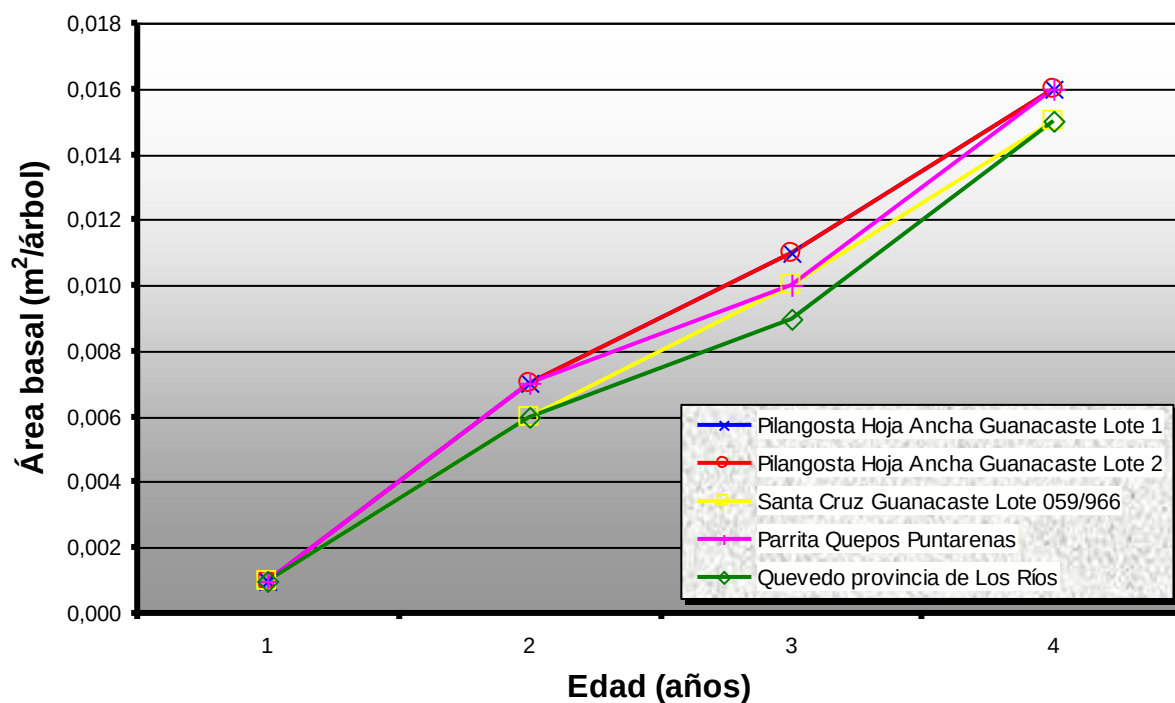


Figura 3. Relación área basal - edad de *T. grandis* L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

D. Volumen

En el volumen tampoco se produjeron diferencias estadísticas significativas entre las procedencias estudiadas. En esta variable los valores estuvieron entre 0,204 m³/árbol en las procedencias Santa Cruz, Guanacaste Lote 059/966 y 0,235 m³/árbol en las procedencias Pilangosta, Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, con un coeficiente de variación de 12,56 %. Las procedencias produjeron menos volumen de madera por árbol que la determinada por UIA (2002) para teca procedente de Honduras en Quevedo, Ecuador, con 0,291 m³/árbol. Streets (1962) determinó un volumen de 0,0178 m³/árbol para teca de cinco años de edad en Trinidad (Cuadro 7).

Cuadro 7. Volumen (m³/árbol) de *T. grandis* L. F. en cinco procedencias y su incremento, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

Nº	Procedencia	Edad 3 años	Edad 4 años	Incremento (2003-2004)	IMA
1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	0,140a	0,235a	0,095	0,059
2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	0,130a	0,230a	0,100	0,058
3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	0,110a	0,204a	0,094	0,051
4	Parrita Quepos Puntarenas	0,130a	0,233a	0,103	0,058
5	Quevedo provincia de Los Ríos	0,110a	0,220a	0,110	0,055
CV %		21,27	12,56		

* Medias con letras iguales no difieren entre si estadísticamente según el test de Tukey, ($p \leq 0,05$)

La relación volumen - edad, considerando los datos históricos proporcionados por la Unidad de Investigación Agropecuaria de la UTEQ y los registrados durante el año 2004, se exponen en la Figura 4, observándose que se produce un desarrollo parecido entre las procedencias estudiadas. Es de esperarse que en el futuro se presenten diferencias significativas entre ellas, o por lo menos permitan la selección de árboles entre ellas ya que se observan árboles que se destacan por su mayor volumen de madera (Ver Anexo 38).

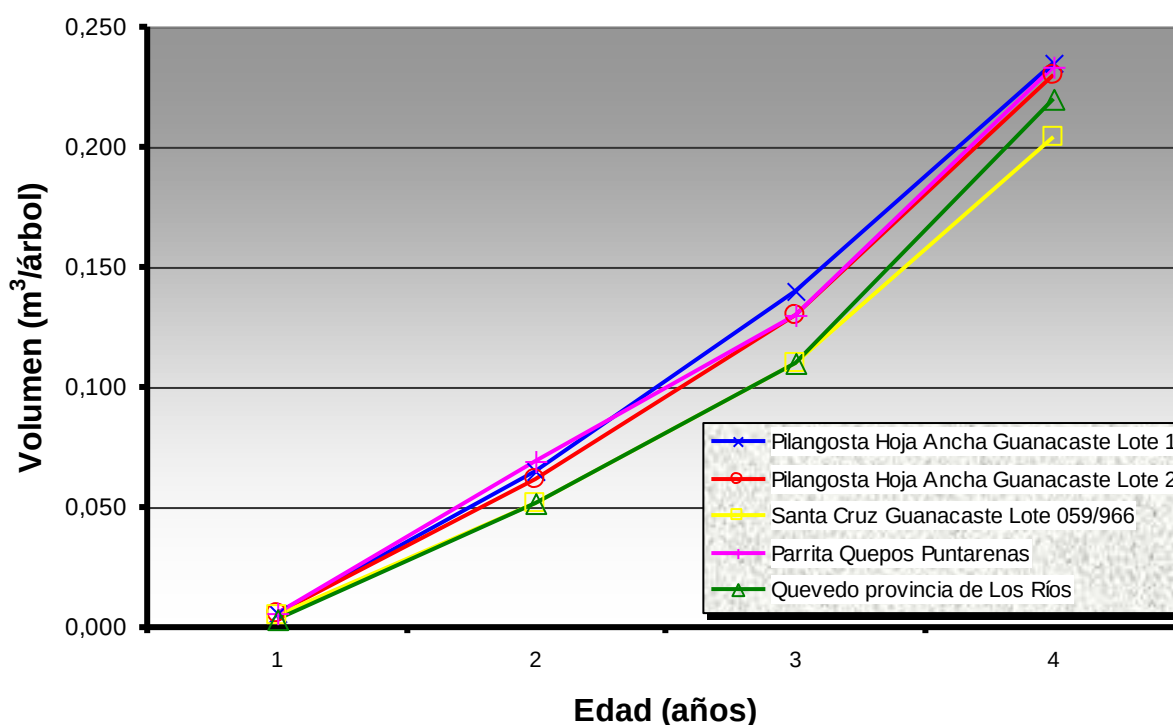


Figura 4. Relación volumen - edad de *T. grandis* L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

E. Rectitud de fuste

Las procedencias Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, Parrita Quepos Puntarenas y Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, fueron las que tuvieron árboles perfectamente rectos o de categoría 4 con 10,0; 7,1 y 4,3 % en su orden; mientras que en la categoría 3 (árbol recto, con una leve torcedura) el mayor número de árboles se presentó en las procedencias Parrita Quepos Puntarenas, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 y Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, con 38,6; 34,8 y 31,9 %, respectivamente. Las procedencias con mayor número de árboles en la categoría 1 y 2 (sumatoria), con menor aceptación fueron Quevedo provincia de Los Ríos, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 y Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, con 73,1; 65,2 y 63,8 %, respectivamente (Figura 5).

Las procedencias Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, Pilangosta Hoja ancha Guanacaste Lote 2, Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, Parrita Quepos Puntarenas y Quevedo provincia de Los Ríos, tienen mayor porcentaje de árboles

con más de una leve torcedura (categoría 2) que los que reportó Fonseca (2004) con 40 % de árboles de teca en Costa Rica en esta categoría; mientras que Parrita Quepos Puntarenas tienen un menor porcentaje 32,9 por ciento.

Considerando que la altura comercial de un árbol corresponde a aquella sección del fuste libre de ramas, las procedencias Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, Parrita Quepos Puntarenas y Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, son las que hasta el momento producirían menor cantidad de desperdicios al aserrar la troza y por ende mejor calidad de piezas con secciones definidas.

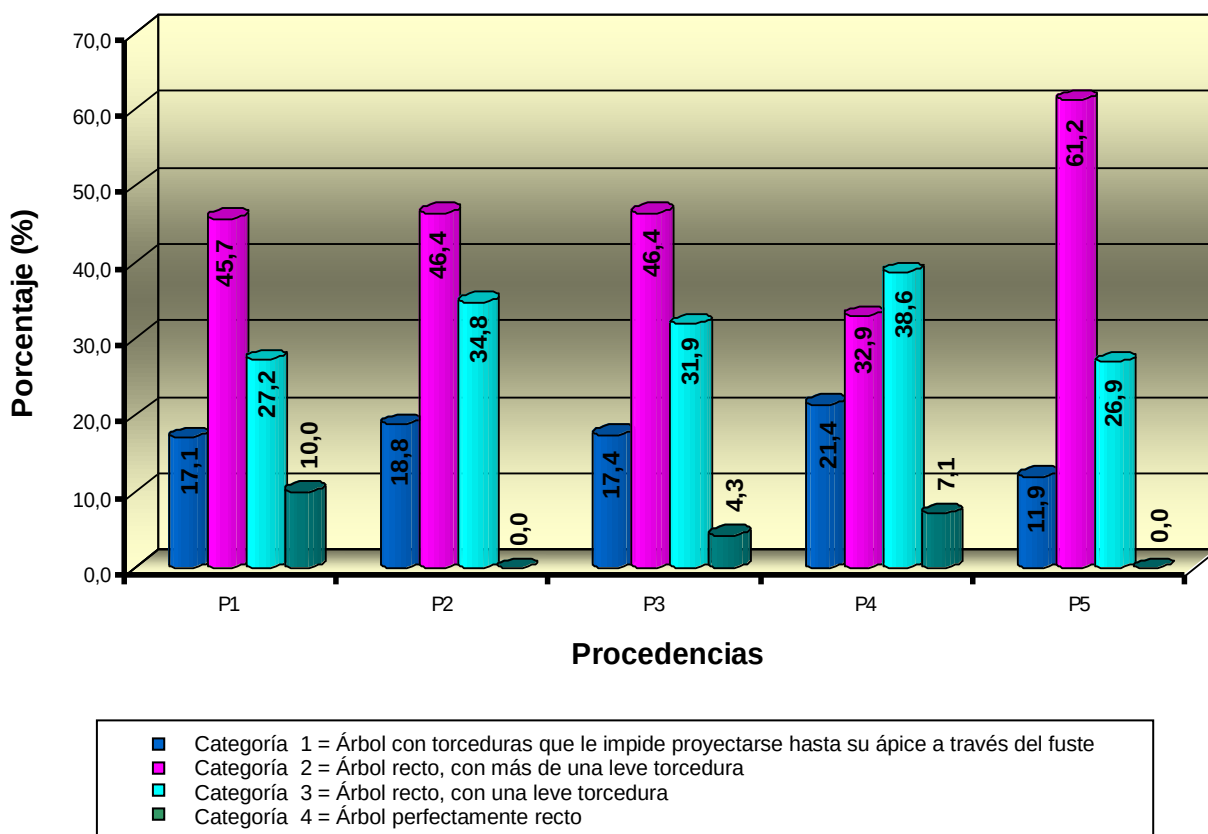


Figura 5. Rectitud del fuste de *T. grandis* L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

F. Diámetro de ramas

Las procedencias Quevedo provincia de Los Ríos, Pilangosta Hoja ancha Guanacaste Lote 2 y Parrita Quepos Puntarenas, tuvieron el mayor porcentaje de árboles con categoría 5 (muy inferior al promedio u óptimo) con 10,4; 7,2 y 5,8 %, en

su orden; mientras que en la categoría 4 (moderadamente inferior al promedio) el mayor número de árboles se presentó en las procedencias Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, Pilangosta Hoja ancha Guanacaste Lote 2 y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con 39,1; 36,2 y 34,3 %, respectivamente.

Las procedencias con mayor número de árboles en la categoría 3 (diámetro promedio) fueron Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, Parrita Quepos Puntarenas y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, con 47,8; 44,3 y 41,4 %. Las procedencias con mayor número de árboles en la categoría 2 (diámetro moderadamente superior al promedio) fueron Parrita Quepos Puntarenas y Quevedo provincia de Los Ríos con 24,3 y 20,9 %, respectivamente. En diámetro de ramas, las mejores procedencias fueron Pilangosta Hoja ancha Guanacaste Lote 2, Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, ya que la sumatoria de sus porcentajes en la categorías 4 y 5 (diámetro aceptable) fueron 44,9 y 43,4 %, mientras que tienen el menor porcentaje de árboles en la categorías 1 y 2 (diámetros con menor aceptación) con 15,9 y 8,7 %, en su orden (Figura 6).

La madera de los nudos cuando esta secándose tiene una contracción mucho más fuerte que la del fuste, debido a que la evaporación en los nudos es mucho más rápida que a través de la madera limpia (Troesehaar 1971), lo anterior posibilita que esta zona xilemática se desprenda con mayor frecuencias si la plantación no ha tenido una poda apropiada y a tiempo. Teniendo en cuenta que a menor diámetro de ramas en un árbol se producen piezas de madera con nudos más pequeños, las procedencias Quevedo provincia de Los Ríos, Pilangosta Hoja ancha Guanacaste Lote 2 y Parrita Quepos Puntarenas, producirían madera aserrada con menores posibilidades de fallas causadas por los nudos, debido a que la resistencia mecánica de la madera, especialmente en tensión y flexión disminuye donde hay nudos (Galloway 1987) y más aún si éstos son de mayor tamaño.

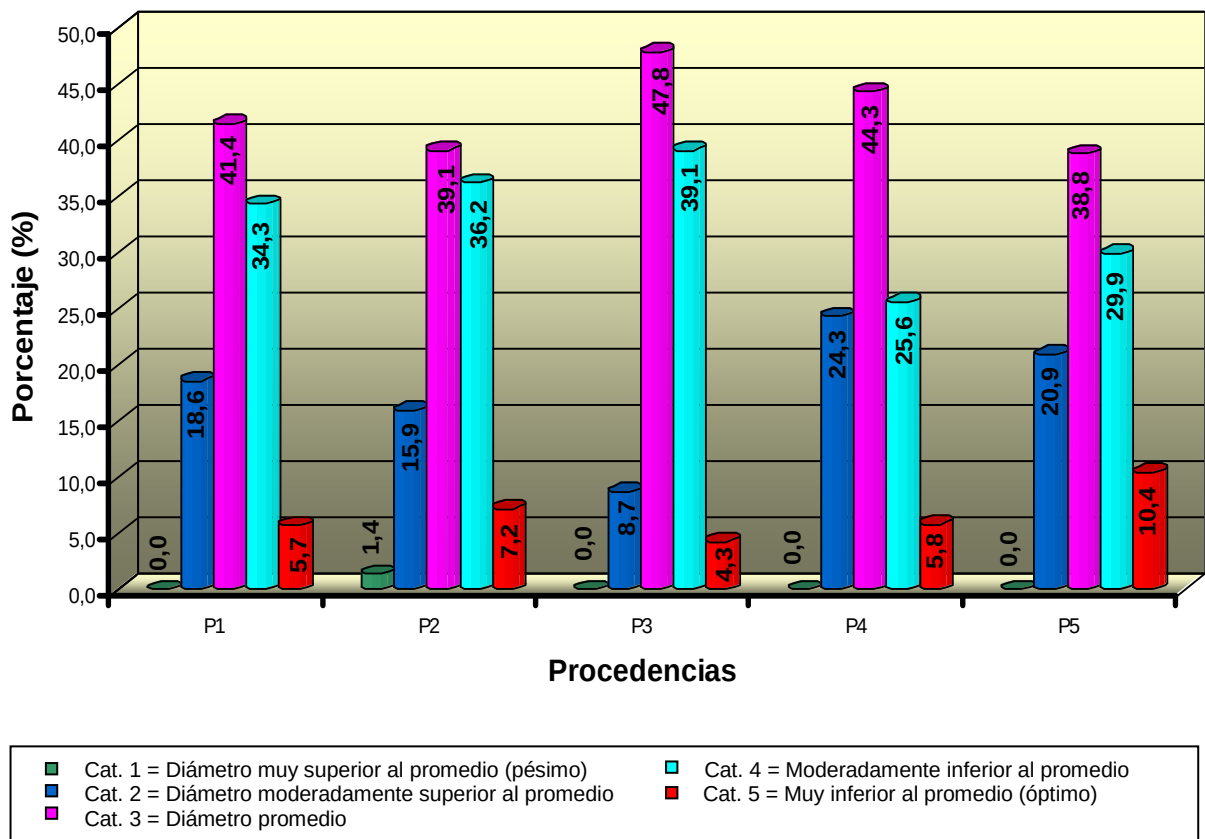


Figura 6. Diámetro de ramas de *T. grandis* L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

J. Ángulo de inserción de ramas

Las procedencias Quevedo provincia de Los Ríos, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 y Parrita Quepos Puntarenas, tuvieron el mayor porcentaje de árboles con categoría 5 (ángulo muy cercano o igual a 90° o ideal) con 22,9; 21,4 y 20,3 %, en su orden; mientras que en la categoría 4 (ángulo cercano a 90°) el mayor número de árboles se presentó en las procedencias Parrita Quepos Puntarenas, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 y Quevedo, provincia de Los Ríos con 59,7; 57,1 y 55,7 %, respectivamente.

Las procedencias con mayor número de árboles en la categoría 3 (ángulo promedio) fueron Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 y Parrita, Quepos Puntarenas con 40,6; 33,3 y 26,9 %. En esta variable, las mejores procedencias fueron Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 y Quevedo provincia de Los Ríos, ya que la sumatoria de sus porcentajes en las

categorías 4 y 5 (ángulos aceptable), fue de 78,6 y 78,5 %. Al mismo tiempo tuvieron un menor porcentaje de árboles en las categorías 2 y 3 (ángulos con menor aceptación) con 21,5 y 21,4 %, respectivamente (Figura 7).

Otro criterio respecto a la incidencia de los nudos en la calidad de la madera es que la trabajabilidad es más difícil donde hay nudos, debido a que estos son más duros (Galloway 1987). Al igual que el diámetro, aquellos árboles que tienen ángulo de inserción de ramas de categoría 5 (óptimo), están en condiciones de producir madera aserrada con nudos de menor tamaño, mejorando así la calidad estructural de las piezas y su trabajabilidad. Las procedencias Quevedo provincia de Los Ríos, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 y Parrita Quepos Puntarenas, son las mejores en este aspecto.

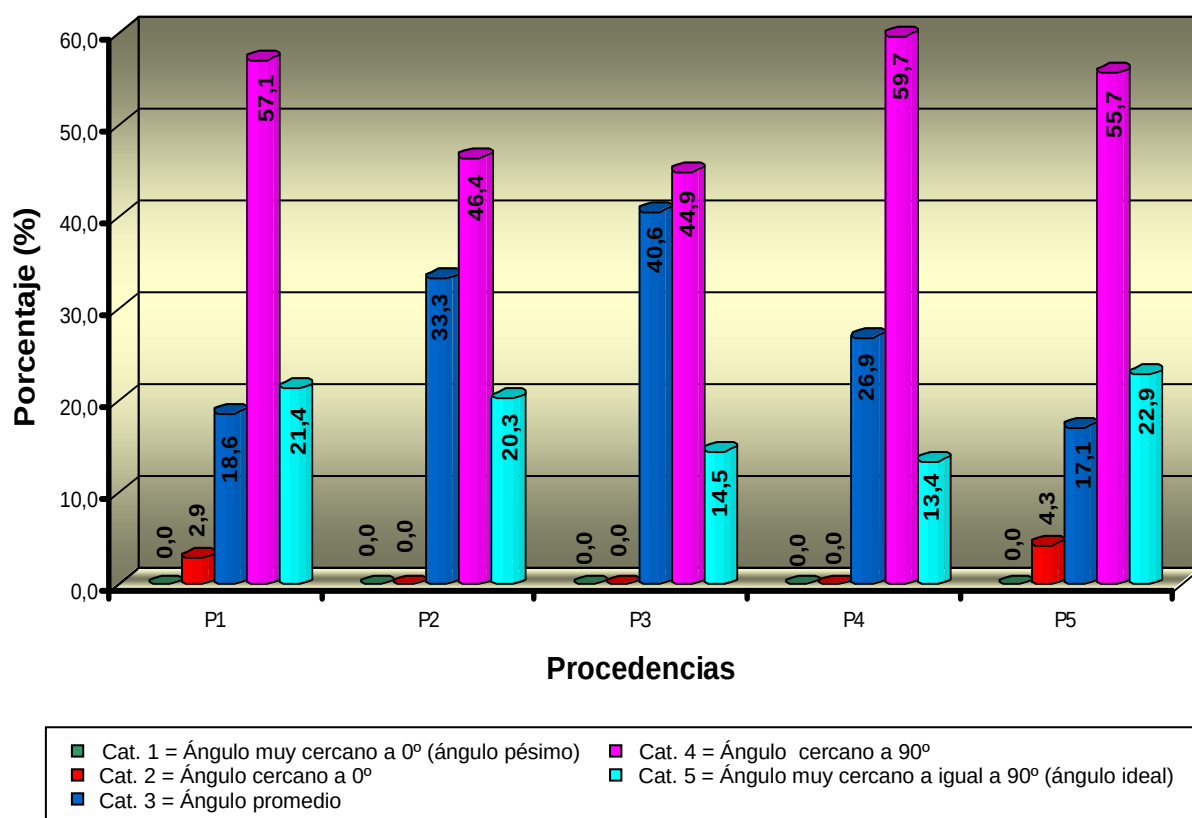


Figura 7. Ángulo de inserción de ramas de *T. grandis* L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental "La Represa" UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

H. Supervivencia

La supervivencia estuvo entre 98,7 % en las procedencias Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, Parrita Quepos Puntarenas, Quevedo provincia de Los Ríos y 100 % en Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 (Figura 8). Se encontraron árboles quebrados, debido a vientos que afectaron la plantación en las siguientes procedencias: Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, con 6,7 %; Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote, con 9,3 %; Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, con 5,3 %; Parrita Quepos Puntarenas, con 4,0 % y Quevedo provincia de Los Ríos, con 6,7 %. Los resultados obtenidos en cuanto a supervivencia en las cinco procedencias fueron más altos que los reportados en Cuba por Hidalgo *et al.* (1986), donde hubo una supervivencia comprendida entre 57,7 y 90,3 % en 15 procedencias de teca a los cinco años de edad.

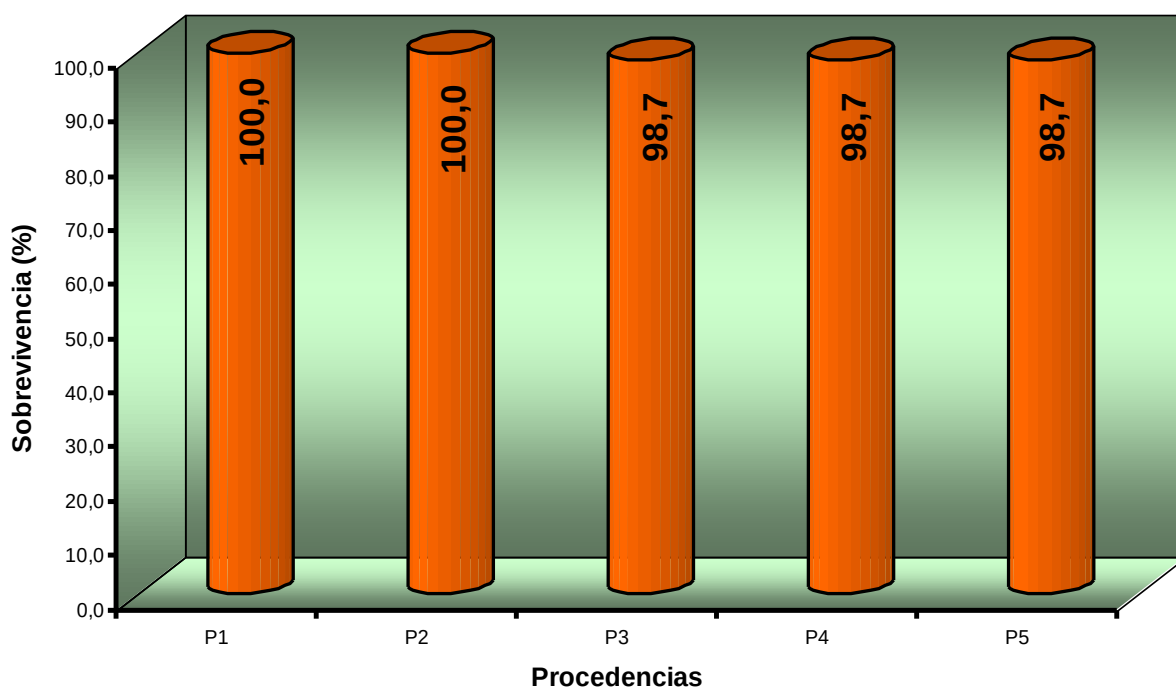


Figura 8. Supervivencia de *T. grandis* L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

I. Ganancia genética

Al no haberse producido diferencias estadísticas significativas en altura, diámetro y volumen, no es posible determinar la ganancia genética, criterio fundamentado por Medsen (1989), quien manifiesta que la estimación de la heredabilidad que tiene relación directa con la ganancia genética, se debe limitar a los casos donde el análisis de varianza muestra diferencias estadísticas significativas. En todo caso se espera que al incrementarse la edad de las mismas se pueda determinar diferencias que permitan realizar esta evaluación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se emiten las siguientes conclusiones y recomendaciones:

A. CONCLUSIONES

- No se produjeron diferencias estadísticas significativas entre las procedencias de teca en las variables altura total, diámetro, área basal y volumen.
- La procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, tuvo el mayor porcentaje de árboles perfectamente rectos (categoría 4) con 10 %. Mientras que la procedencia Quevedo provincia de Los Ríos fue la que tuvo el mayor número de árboles indeseables (árboles con torcedura que le impiden proyectarse hasta su ápice a través del fuste) con 73,1 %.
- Las procedencias Quevedo provincia de Los Ríos, Pilangosta Hoja ancha Guanacaste Lote 2 y Parrita Quepos Puntarenas, tuvieron el mayor porcentaje de árboles con diámetro de ramas de categoría 5 (muy inferior al promedio u óptimo) con 10,4; 7,2 y 5,8 %, en su orden; mientras que en la categoría 4 (moderadamente inferior al promedio), el mayor número de árboles se presentó en las procedencias Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, Pilangosta Hoja ancha Guanacaste Lote 2 y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con 39,1; 36,2 y 34,3 %, respectivamente.
- Las procedencias Quevedo provincia de Los Ríos, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 y Parrita Quepos Puntarenas, tuvieron el mayor porcentaje de árboles con un ángulo de inserción de ramas de categoría 5 (ángulo muy cercano o igual a 90° o ideal) con 22,9; 21,4 y 20,3 %, en su orden; mientras que en la categoría 4 (ángulo cercano a 90°) el mayor número de árboles estuvo en las procedencias Parrita Quepos Puntarenas, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 y Quevedo, provincia de Los Ríos con 59,7; 57,1 y 55,7 %, respectivamente.

- La procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, fue la que tuvo árboles en las mejores categorías de calificación de las tres características de calidad evaluadas como son rectitud de fuste, categoría 4 con 10,7 %, diámetro de ramas, categoría 5 con 7,1 % y ángulo de inserción de ramas, categoría 5 con 21,4 %, lo que le proporciona un potencial en calidad y productividad a través del mejoramiento genético y silvicultural.
- La sobrevivencia de la teca estuvo entre 98,7 % en las procedencias Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, Parrita Quepos Puntarenas, Quevedo provincia de Los Ríos y 100 % en Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2.
- Al no haberse producido diferencias estadísticas significativas en altura total, diámetro, área basal y volumen entre las procedencias con una edad de cuatro años, se rechaza la hipótesis planteada: “existen diferencias entre las variables cuantitativas evaluadas en las cinco procedencias de teca”.

B. RECOMENDACIONES

- Efectuar selección fenotípica individual que permita identificar a los mejores árboles de cada procedencia.
- Iniciar pruebas de progenies de cada árbol seleccionado para una evaluación genotípica de tal forma que se identifiquen los árboles élites de cada procedencia.
- Paralelamente, deberá establecerse un huerto semillero con los árboles seleccionados a fin de producir cosecha de semillas frecuentes, abundantes, accesibles, al menor costo y en forma sostenida. Aunque en este nivel se lo considera no comprobado porque hay que esperar los resultados de los ensayos de progenie para su aclareo.

VI. RESUMEN

Se realizó la evaluación del crecimiento dasométrico y características cualitativas en cinco procedencias de ***Tectona grandis* L. F.** (teca): Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, Pilangosta Hoja ancha Guanacaste Lote 2, Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, Parrita Quepos Puntarenas y Quevedo, provincia de Los Ríos. Las procedencias o tratamientos fueron establecidas en enero 2000, mediante un diseño de bloques al azar con tres repeticiones; a un espaciamiento de 3 x 3 metros.

Las variables dasométricas estudiadas fueron altura total, diámetro, área basal y volumen; además se evaluó, rectitud de fuste, diámetro de ramas, ángulo de inserción de ramas, sobrevivencia y ganancia genética.

A los cuatro años de edad, no se produjeron diferencias estadísticas significativas en altura total, diámetro, área basal y volumen (Tuckey, $p \leq 0,05$). Las procedencias Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, Parrita Quepos Puntarenas y Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966 fueron las que tuvieron árboles perfectamente rectos o de categoría 4 con 10,0; 7,1 y 4,3 %, en su orden; en la categoría 3 (árbol recto, con una leve torcedura) el mayor número de árboles se presentó en las procedencias Parrita Quepos Puntarenas, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2 y Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, con 6; 34,8 y 31,9 %, respectivamente.

Las procedencias Quevedo, provincia de Los Ríos, Pilangosta Hoja ancha Guanacaste Lote 2 y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, tuvieron el mayor porcentaje de árboles con diámetro de ramas de categoría 5 (muy inferior al promedio u óptimo) con 10,4; 8,7 y 7,1 %, en su orden; mientras que en la categoría 4 (moderadamente inferior al promedio), el mayor número de árboles se presentó en las procedencias Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, Pilangosta Hoja ancha Guanacaste Lote 2 y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 con 39,1; 36,2 y 34,3 %, respectivamente.

Las procedencias Quevedo provincia de Los Ríos, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2, tuvieron el mayor

porcentaje de árboles con ángulo de inserción de ramas de categoría 5 (ángulo muy cercano a igual a 90° o ideal) con 22,9; 21,4 y 20,3 %, en su orden; en la categoría 4 (ángulo cercano a 90°) el mayor número de árboles se tuvo en las procedencias Parrita Quepos Puntarenas, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 y Quevedo, provincia de Los Ríos, con 59,7; 57,1 y 55,7 %, respectivamente.

La sobrevivencia estuvo entre 98,7 % en las procedencias Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, Parrita Quepos Puntarenas, Quevedo provincia de Los Ríos y 100 % en Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1 y Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2.

VII. SUMMARY

It was carried out an evaluation of dasometric growth and cualitative characteristics of five ***Tectona grandis* L. F.** (teak) provenances: Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 1, Pilangosta wide Leaf Guanacaste Lot 2, Santa Cruz Guanacaste Lot 059/966, Parrita Quepos Puntarenas and Quevedo, Los Rios province. The provenances or treatments were established in January 2000, under a design of blocks at random with three repetitions; with a spacing of 3 x 3 meters.

The dasometric variables studied were total height, diameter, basal area and volume; it was also evaluated, stem rightness, diameter of branches, angle of branches insert, survival and genetic gain.

To the four years of age, there were no significant statistical differences in total height, diameter, basal area and volume (Tuckey, $p \leq 0,05$). The provenances Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 1, Parrita Quepos Puntarenas and Santa Cruz Guanacaste Lot 059/966 had perfectly right trees or 4 category with 10,0; 7,1 and 4,3% in its order; in the category 3 (right tree, with a light twist) the biggest number of trees was presented in the provenances Parrita Quepos Puntarenas, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 2 and Santa Cruz Guanacaste Lot 059/966, with .6; 34,8 and 31,9 %, respectively.

The provenances Quevedo, Los Ríos province, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 2 and Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 1 had the biggest percentage of trees with branches diameter of category 5 (very inferior to the average or good) with 10,4; 8,7 and 7,1 % in its order; while in the category 4 (moderately inferior to the average) the biggest number of trees was presented in the origins Santa Cruz Guanacaste Lot 059/966, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 2 and Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 1 with 39,1; 36,2 and 34,3 %, respectively.

The provenances Quevedo Los Ríos province, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 1 and Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 2 had the biggest percentage of trees with angle of branches insert of category 5 (very near angle to similar to 90° or ideal) with 22,9; 21,4 and 20,3 % in its order; in the category 4 (near angle at 90°) the

biggest number of trees had place was found in the provenances Parrita Quepos Puntarenas, Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 1 and Quevedo, county of The Rivers, with 59,7; 57,1 and 55,7 %, respectively.

The survival was between 98,7 % in the provenances Santa Cruz Guanacaste Lot 059/966, Parrita Quepos Puntarenas, Quevedo Los Ríos province and 100 % in Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 1 and Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lot 2.

VIII. LITERATURA CITADA

- BETANCOURT, A.** 1987. Silvicultura Especial de Árboles Maderables Tropicales. La Habana, Cuba Científico Técnica. p. 342-356.
- BRISCOE, CH.** 1995. Silvicultura de teca, melina y pochote. Informe técnico. No. 270. CATIE, Turrialba. 4 p. (Serie Técnica).
- BURLEY, J; WOOD PJ.** 1979. Manual sobre investigaciones de especies y procedencias con referencia especial a los trópicos. Oxford University, Oxford. 29 p.
- CARRACEO, J.** 2000. Diagnóstico de Plantaciones realizada en la Zona de Influencia del proyecto (Proyecto Piloto para la Reforestación y Rehabilitación de Tierra Forestales Degradadas en el Ecuador). PD 17/97 Rev, 3 (7), Quito, Ecuador. 18 p.
- CORMADERA.** 2000. Guía para plantaciones forestales en el Ecuador, 12 p.
- CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL.** 1997. Curso de Mejoramiento Genético Forestal. p. 7-22.
- FONSECA, W.** 2004. Manual para Productores de Teca (*Tectona grandis* L. f) en Costa Rica, (en línea). Consultado 17 de dic. 2004. disponible en <http://www.fonafifo.com/Reforesta/ManualProductoresTeca.pdf>
- GALLOWAY, G.** 1987. Criterio y Estrategias para el Manejo de Plantaciones Forestales en la Sierra Ecuatoriana Proyecto DINAFAID, MAG, MAG, USAID. Quito, Ecuador. 145 p.
- HIDALGO M, EV; MORALES, N.** 1986. Comportamiento de 15 procedencias de teca (*Tectona grandis* L. F.) después de cinco años de efectuada la plantación en Itabo, Matanzas. p. 69-70.

- JARA, N.** 1995. Mejoramiento Forestal y Conservación de Recursos Genéticos Forestales t. 1. Manual técnica N° 14. (Serie Técnica) Danida Forest Seed Centre. Turrialba, C. R. CATIE. 174 p.
- KAOSA-ARD, A.** 1996. Teak (*Tectona grandis* L. F.) Domestication and Breeding. UNDP/FAO, Los Baños, Philippines. 91 p.
- KRISHNAPILLAY, B.** 2000. Silvicultura y ordenación de plantaciones de teca. (en línea). Consultado 10 de oct. 2004. disponible en <http://www.fao.org/documents/showcdr.asp?urlfile=/DOCREP/X4565S/x4565s04.htm>
- LITTLE, EL; DIXON, R.** 1969. Árboles Comunes de la Provincia de Esmeraldas: Prevención para el Desarrollo Forestal Noroccidente. Informe, Roma, It., FAO tomo IV. 53 p.
- MADSEN, S F1.** 1989. Stand progenies of danish norway spruce, reports of the danish forest experiment station. Copenhagen. Vol. 42, 3, 147-21.
- MESÉN, F.** 1995. Curso Nacional sobre Identificación, Selección y Manejo de Fuentes de Semilleros. CATIE PROCEFOR. León Nicaragua. p. 23-49.
- MILLER, AD.** 1969. Ejemplos de Selección de la Rotación. (en línea). Consultado 8 de nov. 2004. disponible en <http://www.fs.fed.us/research/publications/producci%F3nforestalparaam%E9ricatropical/ap%E9n.i.pdf>
- MOYA, R.** 2002. Influencia de la edad del cambium, tasa de crecimiento y nivel de precipitación sobre la densidad básica de la teca en Costa Rica. (en línea). Consultado 8 de nov. 2004. disponible en <http://www.ecologia.edu.mx/publicaciones/resumenes/8.1/pdf/Moya%202002.pdf>
- NODA, JA; et al.** 1986. Genética y Mejoramiento Arbóreo. La Habana, Cuba Ministerio de Educación. 297 p.

- PALANISAMY, K; SUBRAMANIAM, K.** 2001. Vegetative propagation of mature teak trees (*Tectona grandis* L. F.). *Silvae Genetica*. 50: 188-191.
- PARRY, MS.** 1957. Métodos de plantación de bosques en el África Tropical. It., FAO, Roma. 334 p. (Colección FAO-Cuaderno de Fomento Forestal nº 8).
- PÉREZ, LD; KANNINEN, M.** 2002. Estimación del volumen comercial a diámetros y alturas variables para árboles de teca (*Tectona grandis*) en Costa Rica. 12 p.
- RODRIGUEZ, C; PEREZ P, J; Y FUCHS, A.** 1995. Mejora de plantas, Eds Félix Varela. La Habana. 24 p.
- STREETS, RJ.** 1962. Exotic forest trees en the Btrish Commonwealth. Oxford, G.B., Clarendon Press. 750 p.
- STYLES, BT.** 1979. Flower biology of the Meliaceae and its bearing tree breeding *Silvae. Genetica*. 175 p.
- TORRES, J.** 1995. Determinación de Áreas de Aptitud Forestal para el Establecimiento de Plantaciones en el Litoral ecuatoriano. INEFAN. ITTO. 185 p.
- TROESEGAAD, DJ.** 1971. Raleo Corta Intermedios. Conocoto Centro de Capacitación Forestal Proyecto N° 253 de Fondo Especial de Naciones Unidas, FAO, 60 p.
- UNIDAD INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA.** 2001. Asociación de cuatro especies forestales con *Coffea arabica*. Quevedo, Ecuador. Informe Anual.
- UNIDAD INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA.** 2002. Plantación de *Tectona grandis* (teca) de procedencia Honduras. Quevedo, Ecuador. Informe Anual.
- ZOBEL, B; TALBERT, J.** 1988. Técnica de Mejoramiento Genético de Árboles Forestales. Limusa. México D. F. p. 342-346.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO FORESTAL

TEMA

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DASOMÉTRICO Y
CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS DE CINCO PROCEDENCIAS
DE *Tectona grandis* L. F. (TECA) EN EL CANTÓN QUEVEDO**

AUTOR

Wilmer Heriberto Balarezo Zambrano

DIRECTOR

Ing. For. M.C. Garis Ramírez Huila

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2005

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL



TESIS PRESENTADA AL H. CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

TEMA

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DASOMÉTRICO Y
CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS DE CINCO PROCEDENCIAS
DE *Tectona grandis* L. F. (TECA) EN EL CANTÓN QUEVEDO**

AUTOR

WILMER HERIBERTO BALAREZO ZAMBRANO

APROBADO:

--

Ing. For. M.C. Garis Ramírez Huila
DIRECTOR DE TESIS

Ing. For. Carlos Bustamante B.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

--

Ing. For. M.Sc. Pedro Suatunce C.
Coronel
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. M.Sc. Gorky Díaz
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



CERTIFICACIÓN

*El suscrito **Ing. M.C. For. Garis Ramírez Huila**, catedrático de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo certifica:*

*Que el Sr. **Wilmer Heriberto Balarezo Zambrano**, realizó la tesis de grado titulada **“Evaluación del crecimiento dasométrico y características cualitativas de cinco procedencias de Tectona grandis L . F. (teca) en el cantón Quevedo”**, el mismo que cumplió con todas las disposiciones legales respectivas.*

ING. FOR. M.C. GARIS RAMÍREZ HUILA
DIRECTOR DE TESIS

*La presente investigación es
responsabilidad exclusiva del
autor*

WILMER HERIBERTO BALAREZO ZAMBRANO

DEDICATORIA

*A mis padres, Jaime y Marianita
por todo su esfuerzo, cariño,
comprensión y consejos dados.*

*A mis hermanos, Roxibel, Marlene,
Edison y Javier por su
apoyo incondicional.*

*A mis sobrinos, Ricardo, Wilson, Daniela
y Luís por, ser fuente de inspiración
para seguir adelante.*

AGRADECIMIENTOS

El autor deja constancia de su agradecimiento a **Dios** y a las siguientes instituciones y personas:

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, Escuela de Ingeniería Forestal, a sus autoridades y personal académico.

Unidad de Investigación Agropecuaria (UIA) por su desinteresada cooperación al proporcionarme datos históricos.

Al director de tesis ingeniero Garis Ramírez Huila inspirador de este trabajo, bajo cuya dirección ha sido posible la concepción y realización de la misma, ofreciendo todo tipo de ayuda así como el marco idóneo para su estructuración y culminación.

Al ingeniero Carlos Bustamante Bustamante, presidente del tribunal de tesis por su desinteresada ayuda en este trabajo.

Al ingeniero Pedro Suatunce Cunuhay, miembro del tribunal de tesis, por su importante aporte a esta investigación.

Al ingeniero Gorky Díaz Coronel miembro del tribunal de tesis, por su valiosa colaboración.

Al mismo tiempo agradezco a mis compañeros de tantos años, por los buenos y malos momentos dentro y fuera de la universidad.

A todas las personas que de una forma u otra, han colaborado en la culminación de este trabajo, para ellos mi más sincero agradecimiento.

ÍNDICE

CONTENIDO

PÁGINA

I.	INTRODUCCIÓN	1
A.	Objetivos	2
1.	General	2
2.	Específicos	2
3.	Hipótesis	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
A.	Descripción botánica de la teca	3
1.	Árbol	3
2.	Hoja	3
3.	Flores	4
4.	Frutos	4
5.	Semillas	4
6.	Madera	4
B.	Distribución geográfica de teca	5
1.	Clima	6
2.	Suelos	6
3.	Viveros	6
C.	Mejoramiento genético de teca	7
1.	Procedencias	7
2.	Selección de procedencias	8
3.	Objetivo e importancia de las pruebas de procedencias	9
4.	Rodales semilleros	11
5.	Plantaciones semilleras	13
6.	Selección de árboles plus	13
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	15
A.	Características del campo experimental	15
1.	Ubicación del proyecto	15
2.	Características ecológicas	15

B. Materiales de campo -----	16
C. Materiales de oficina -----	16
D. Material vegetativo -----	16
E. Diseño experimental -----	17
F. Variables y métodos de evaluación -----	17
1. Altura total -----	17
2. Diámetro a la altura del pecho (DAP) -----	18
3. Área basal -----	18
4. Volumen -----	18
5. Rectitud del fuste -----	19
6. Diámetro de ramas -----	19
7. Ángulo de inserción de ramas -----	19
8. Supervivencia -----	20
9 Cálculo de los valores genéticos de las procedencias para calcular la ganancia genética -----	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	23
A. Altura total -----	23
B. Diámetro -----	24
C. Área basal -----	26
D. Volumen -----	28
E. Rectitud de fuste -----	29
F. Diámetro de ramas -----	30
J. Ángulo de inserción de ramas -----	32
H. Supervivencia -----	34
I. Ganancia genética -----	35
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	36
A. CONCLUSIONES -----	36
B. RECOMENDACIONES -----	37
VI. RESUMEN -----	38
VII. SUMMARY -----	40
VIII. LITERATURA CITADA -----	42
IX. ANEXOS -----	45

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO

PÁGINA

Cuadro 1.	Características ecológicas del área experimental -----	15
Cuadro 2.	Esquema del análisis de varianza -----	17
Cuadro 3.	Componente de la varianza y herabilidad de procedencias de teca ----	22
Cuadro 4.	Altura total (m) de <i>T. grandis</i> L. F. en cinco su procedencias y su incremento, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004-----	24
Cuadro 5.	Diámetro (cm) de <i>T. grandis</i> L. F. en cinco procedencias y su incremento, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004-----	25
Cuadro 6.	Área basal ($\text{m}^2/\text{árbol}$) de <i>T. grandis</i> L. F. en cinco procedencias y su incremento, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004-----	27
Cuadro 7.	Volumen ($\text{m}^3/\text{árbol}$) de <i>T. grandis</i> L. F. en cinco procedencias y su incremento, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004-----	28

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO

PÁGINA

Figura 1.	Relación altura total - edad de <i>T. grandis</i> L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004 -----	24
Figura 2.	Relación diámetro - edad de <i>T. grandis</i> L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004 -----	26
Figura 3.	Relación área basal - edad de <i>T. grandis</i> L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004 -----	27
Figura 4.	Relación volumen - edad de <i>T. grandis</i> L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004 -----	29
Figura 5.	Rectitud del fuste de <i>T. grandis</i> L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004 -----	30
Figura 6.	Diámetro de ramas de <i>T. grandis</i> L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004 -----	32
Figura 7.	Ángulo de inserción de ramas de <i>T. grandis</i> L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004 -----	33
Figura 8.	Sobrevivencia de <i>T. grandis</i> L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004 -----	34

Anexo 1. Cuadrado medios de altura total (m), diámetro a la altura del pecho (cm), área basal (m²) y volumen (m³) de *Tectona grandis* L. F. en cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

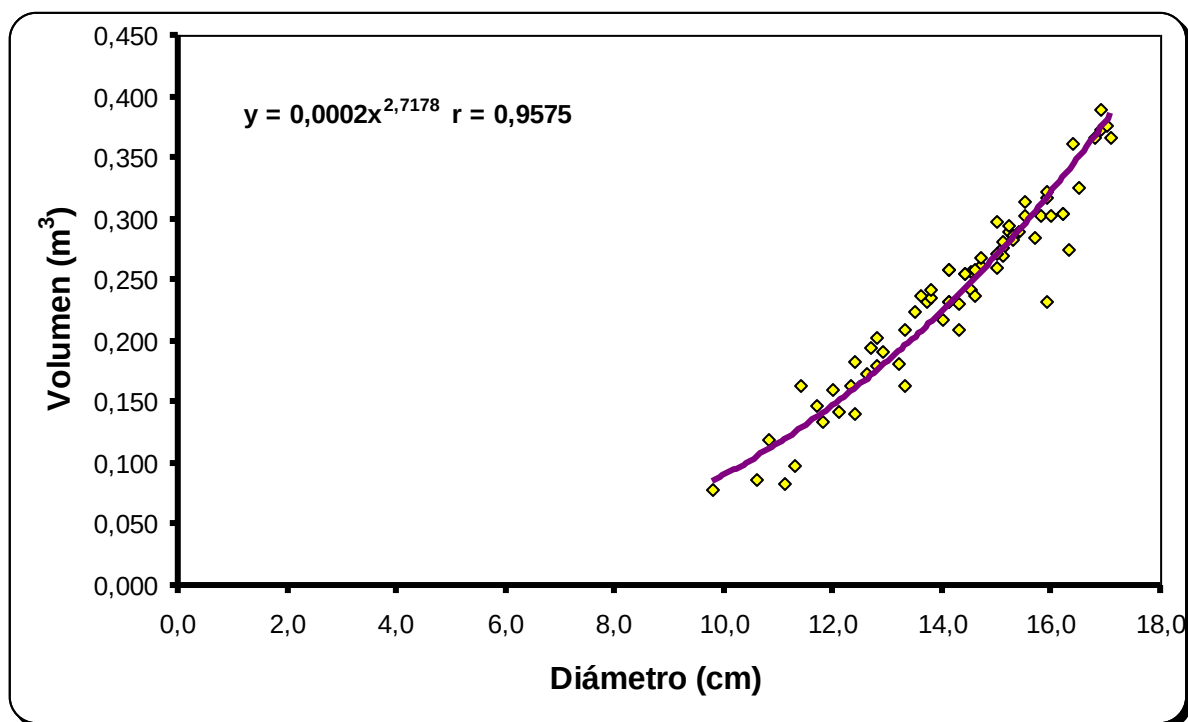
FV	GL	H	DAP	AB	VOL
Repetición	2	0,621ns	0,285ns	0,014ns	234,746ns
Tratamiento	4	0,520ns	0,178ns	0,009ns	486,652ns
Error	8	0,294	0,339	0,016	804,666
Total	14				
CV %		5,31	4,15	8,21	12,61

ns = No significativo

* = Significativo

** = Altamente significativo

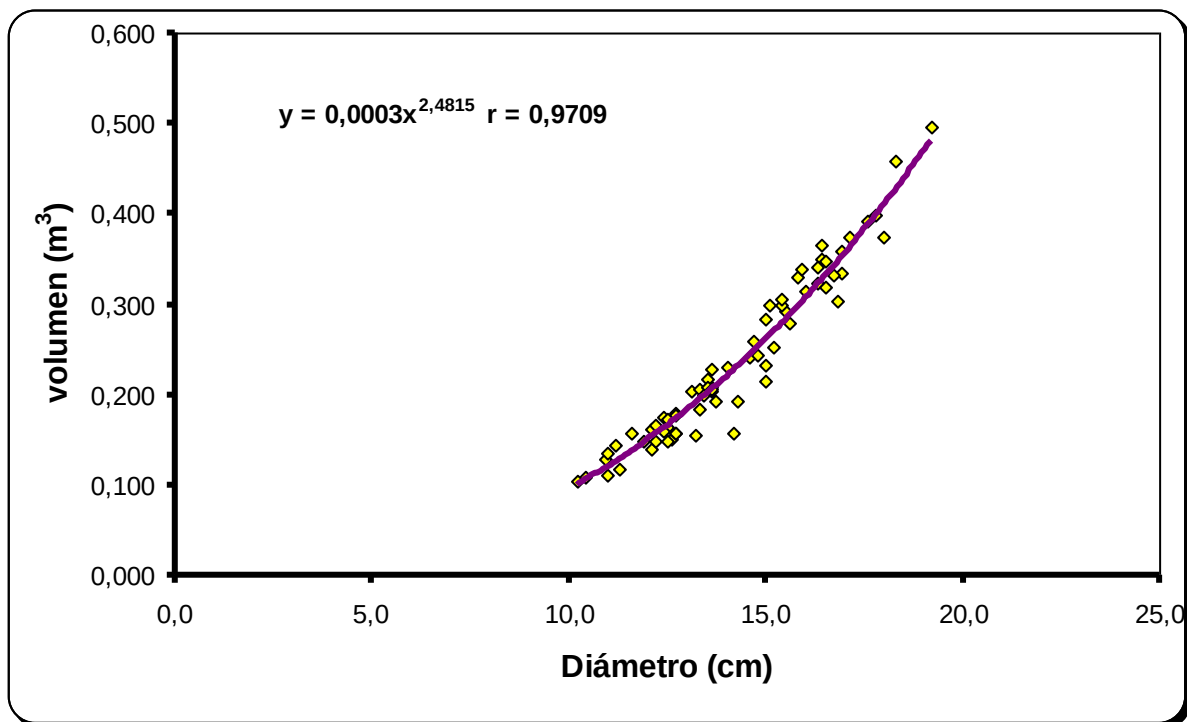
Anexo 2. Coeficiente correlación y ecuación de regresión potencial entre diámetro (cm) y volumen (m³) de la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.



Anexo 3. Análisis de la varianza de ecuación regresión del Anexo 2

FV	GL	SC	CM	FC	PROB
Regresión	1	1,497992	1,49799	522,19	0,000**
Error	68	0,195069	0,00287		
Total	69	1,693061			

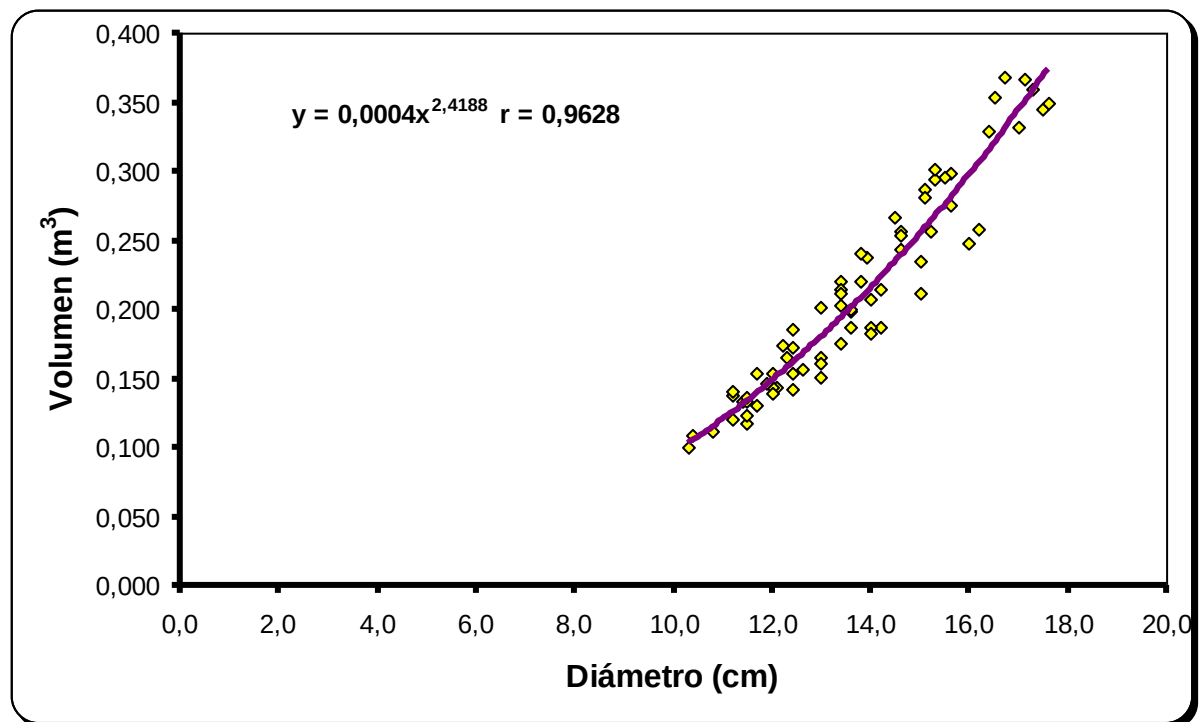
Anexo 4. Coeficiente correlación y ecuación de regresión potencial entre diámetro (cm) y volumen (m³) de la procedencia Pilangosta Hoja ancha Guanacaste Lote 2, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.



Anexo 5. Análisis de la varianza de ecuación regresión del Anexo 4

FV	GL	SC	CM	FC	PROB
Regresión	1	1,785108	1,78511	1100,99	0,000**
Error	67	0,108632	0,00162		
Total	68	1,893740			

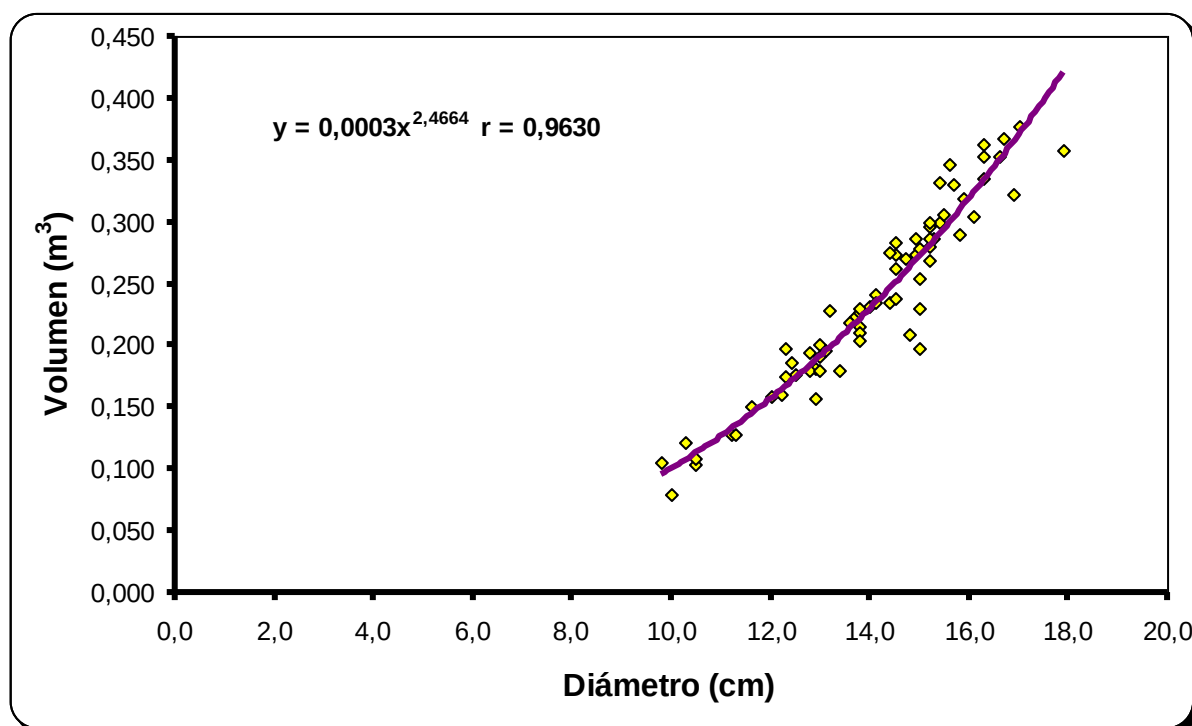
Anexo 6. Coeficiente correlación y ecuación de regresión potencial entre diámetro (cm) y volumen (m³) de la procedencia Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.



Anexo 7. Análisis de la varianza de ecuación regresión del Anexo 6

FV	GL	SC	CM	FC	PROB
Regresión	1	1,409312	1,40931	849,66	0,000**
Error	67	0,111132	0,00166		
Total	68	1,520444			

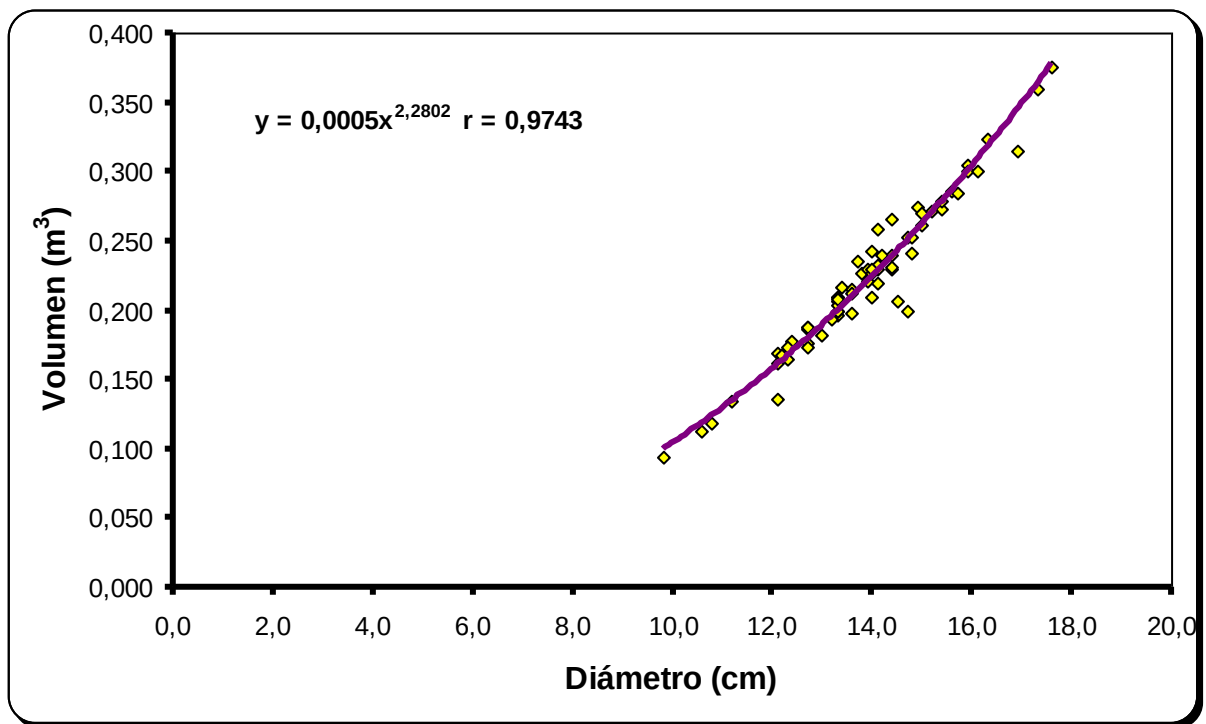
Anexo 8. Coeficiente correlación y ecuación de regresión potencial entre diámetro (cm) y volumen (m³) de la procedencia Parrita Quepos Puntarenas, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.



Anexo 9. Análisis de la varianza de ecuación regresión del Anexo 8

FV	GL	SC	CM	FC	PROB
Regresión	1	1,421207	1,42121	864,63	0,000**
Error	68	0,111772	0,00164		
Total	69	1,532980			

Anexo 10. Coeficiente correlación y ecuación de regresión potencial entre diámetro (cm) y volumen (m³) de la procedencia Quevedo provincia de Los Ríos, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.



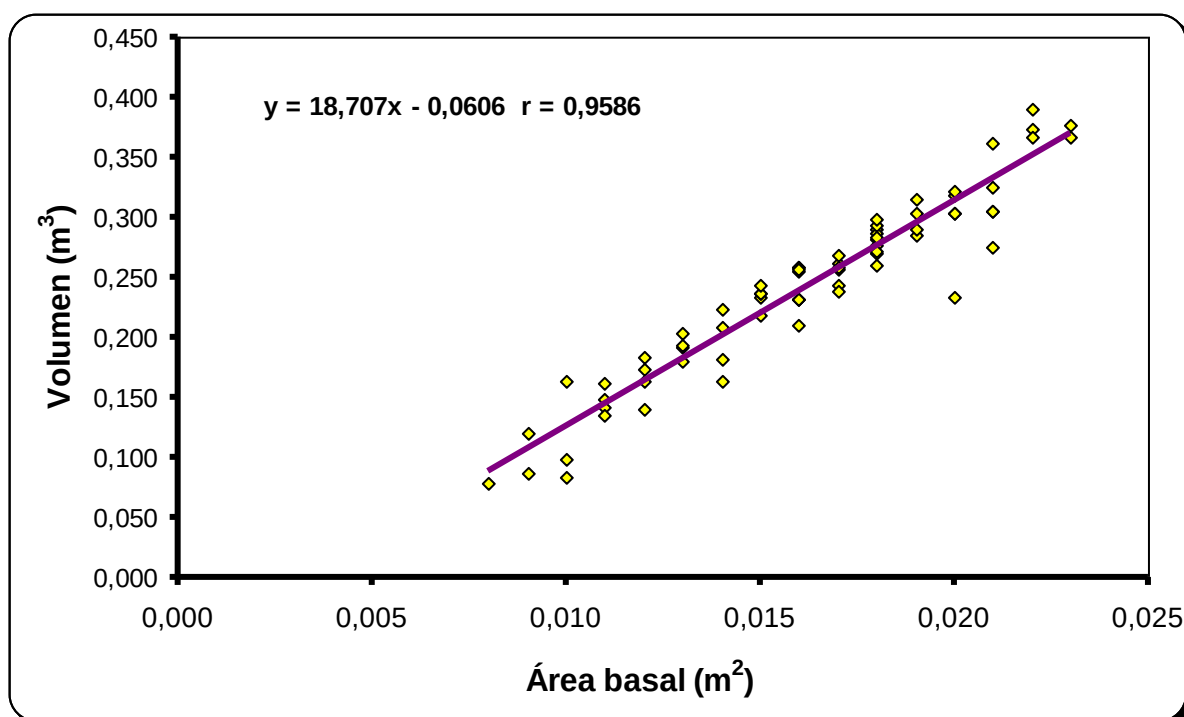
Anexo 11. Análisis de la varianza de ecuación regresión del Anexo 10

FV	GL	SC	CM	FC	PROB
Regresión	1	0,791105	0,79110	1216,04	0,000**
Error	65	0,042286	0,00065		
Total	66	0,833391			

Anexo 12. Ecuaciones de regresión potencial entre el diámetro (cm) y volumen (m³) y el coeficiente de correlación de cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

Nº	PROCEDENCIA	a	b	r
1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	2,7178	0,0002	0,9575**
2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	2,4815	0,0003	0,9709**
3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	2,4664	0,0003	0,9630**
4	Parrita Quepos Puntarenas	2,2802	0,0005	0,9743**
5	Quevedo provincia de Los Ríos	2,4188	0,0004	0,9628**

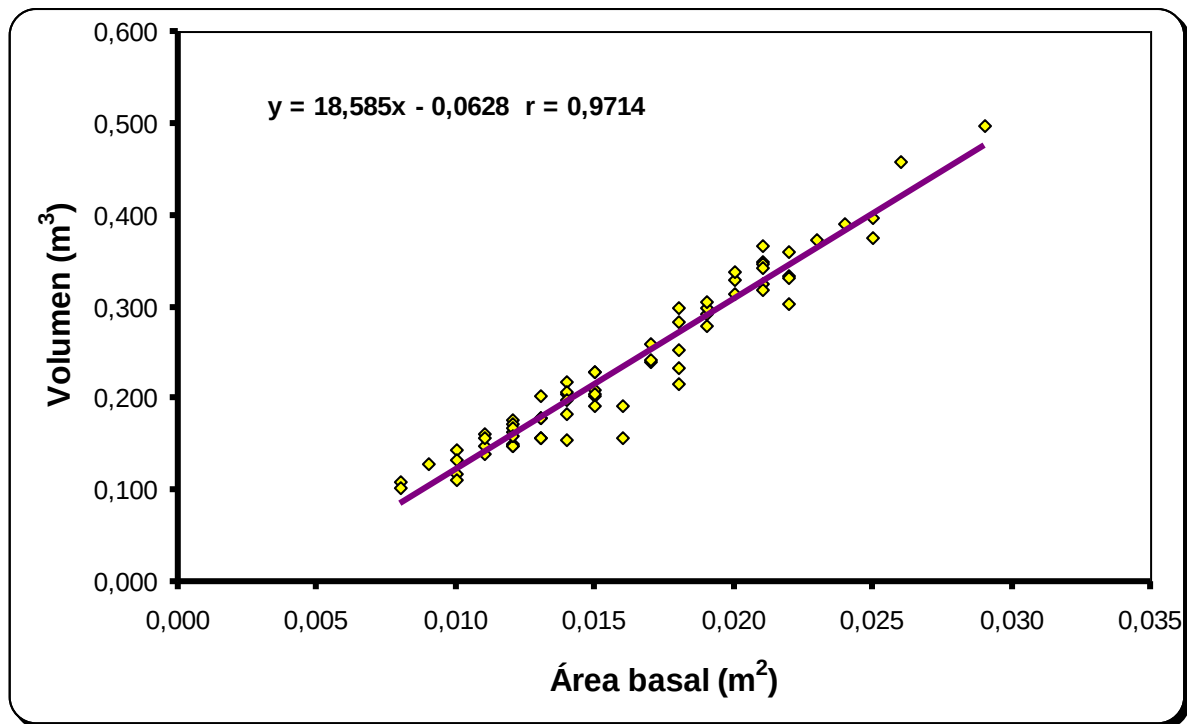
Anexo 13. Correlación y ecuación de regresión lineal entre área basal (m²) y volumen (m³) de la procedencia Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.



Anexo 14. Análisis de la varianza de ecuación regresión del Anexo 13

FV	GL	SC	CM	FC	PROB
Regresión	1	0,343376	0,34338	771,40	0,000**
Error	68	0,030269	0,00045		
Total	69	0,373645			

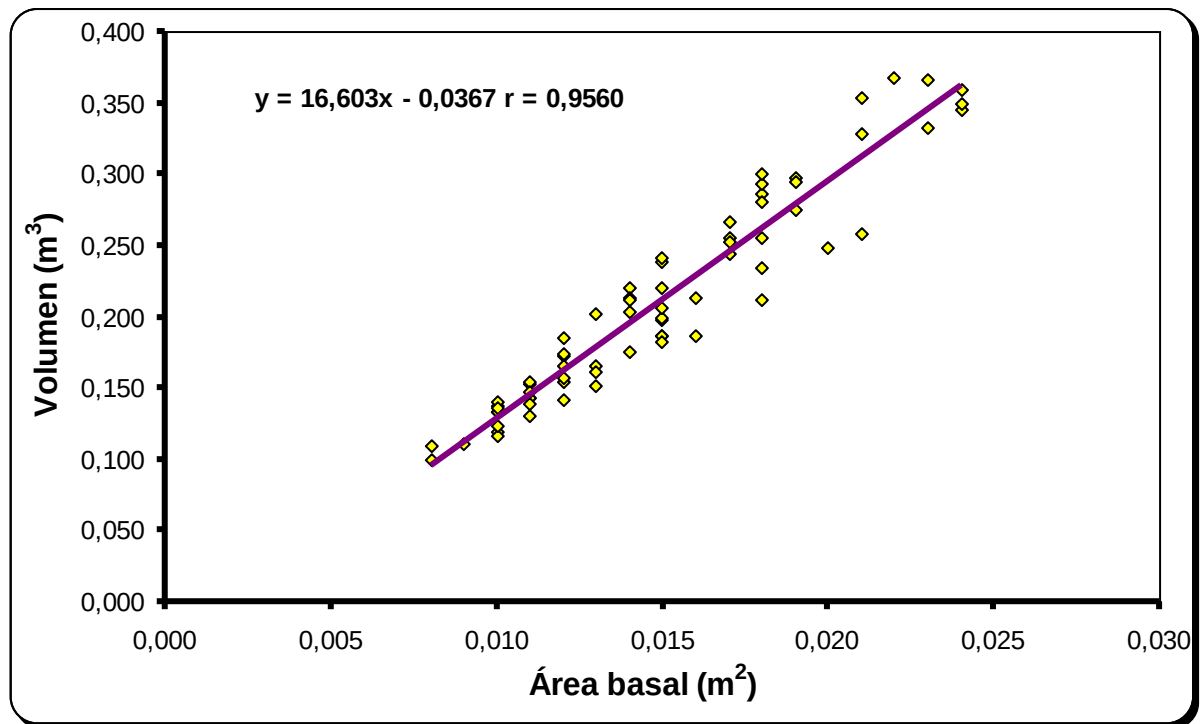
Anexo 15. Correlación y ecuación de regresión lineal entre área basal (m²) y volumen (m³) de la procedencia Pilangosta Hoja ancha Guanacaste Lote 2, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.



Anexo 16. Análisis de la varianza de ecuación regresión del Anexo 15

FV	GL	SC	CM	FC	PROB
Regresión	1	0,540819	0,54082	1121,01	0,000**
Error	67	0,032324	0,00048		
Total	68	0,573143			

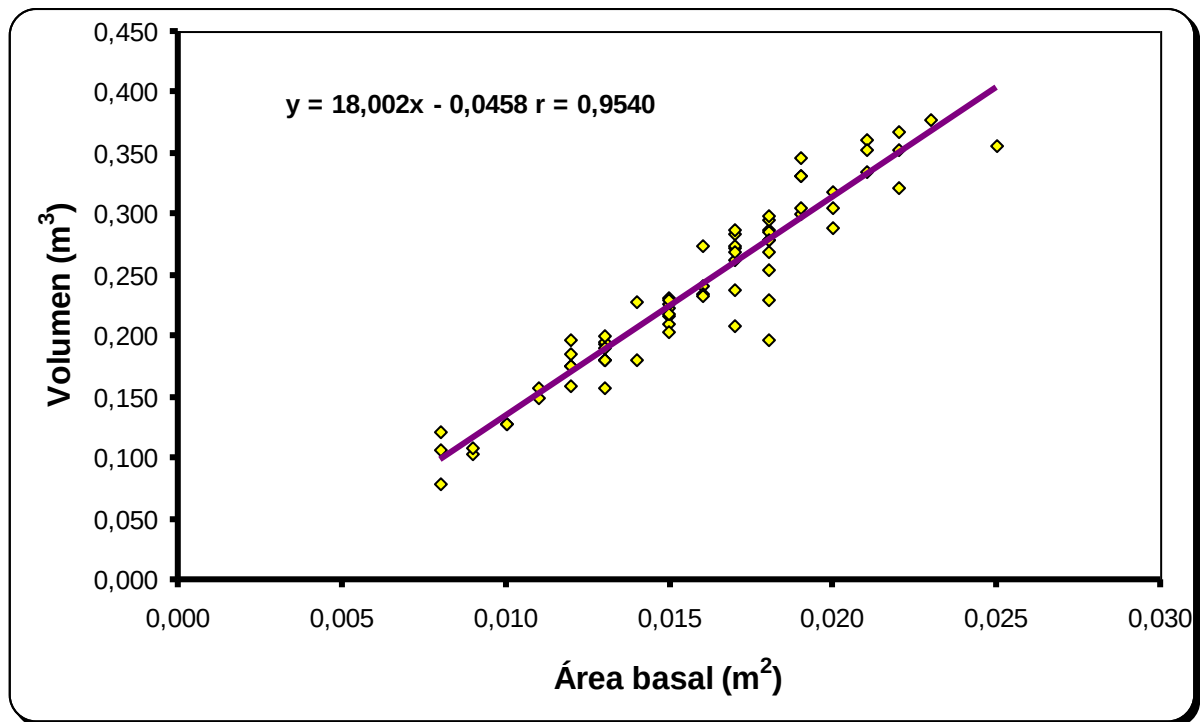
Anexo 17. Correlación y ecuación de regresión lineal entre área basal (m²) y volumen (m³) de la procedencia Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.



Anexo 18. Análisis de la varianza de ecuación regresión del Anexo 17

FV	GL	SC	CM	FC	PROB
Regresión	1	0,333957	0,33396	747,36	0,000**
Error	67	0,029939	0,00045		
Total	68	0,363896			

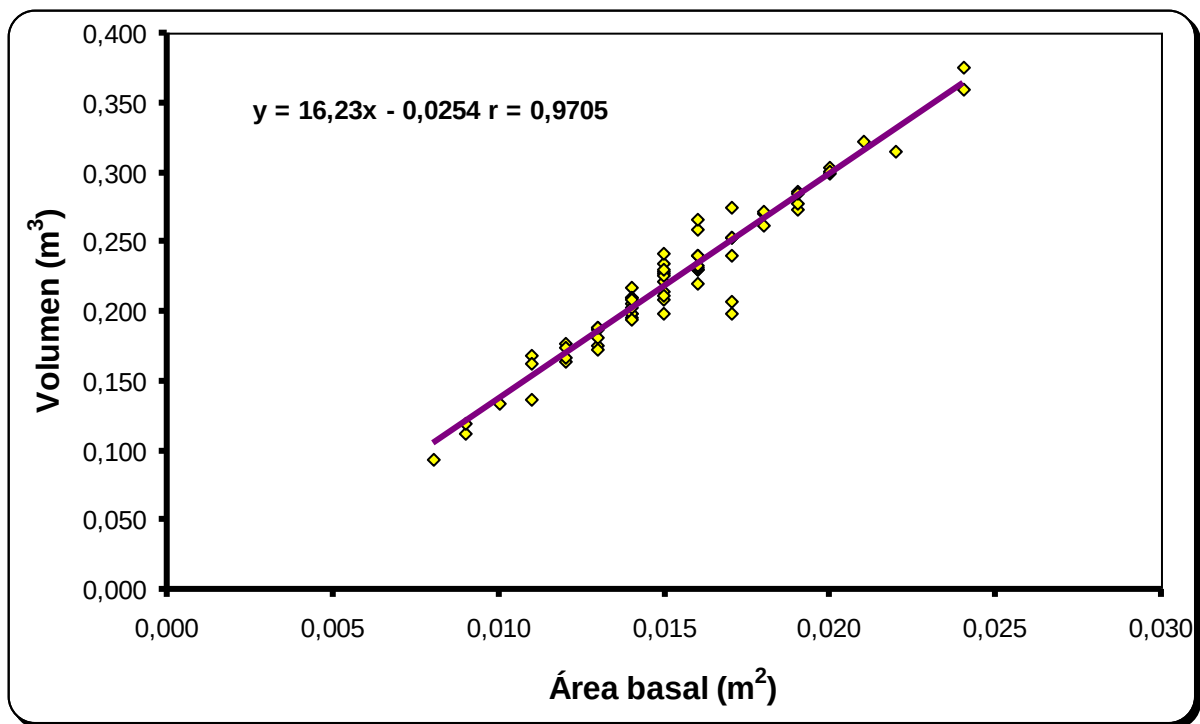
Anexo 19. Correlación y ecuación de regresión lineal entre área basal (m²) y volumen (m³) de la procedencia Parrita Quepos Puntarenas, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.



Anexo 20. Análisis de la varianza de ecuación regresión del Anexo 19

FV	GL	SC	CM	FC	PROB
Regresión	1	0,334412	0,33441	688,71	0,000**
Error	68	0,033018	0,00049		
Total	69	0,367431			

Anexo 21. Coeficiente de correlación y ecuación de regresión lineal entre área basal (m²) y volumen (m³) de la procedencia Quevedo provincia de Los Ríos, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.



Anexo 22. Análisis de la varianza de ecuación regresión del Anexo 21

FV	GL	SC	CM	FC	PROB
Regresión	1	0,185123	0,18512	1052,08	0,000**
Error	65	0,011437	0,00018		
Total	66	0,196560			

Anexo 23. Ecuaciones de regresión lineal entre el área basal (m²) y volumen (m³) y el coeficiente de correlación de cinco procedencias, Finca Experimental “La Represa” UTEQ, Quevedo, Ecuador, 2004.

Nº	PROCEDENCIA	a	b	r
1	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 1	-0,0606	18,707	0,9586**
2	Pilangosta Hoja Ancha Guanacaste Lote 2	-0,0458	18,002	0,9540**
3	Santa Cruz Guanacaste Lote 059/966	-0,0628	18,585	0,9560**
4	Parrita Quepos Puntarenas	-0,0367	16,603	0,9560**
5	Quevedo provincia de Los Ríos	-0,0254	16,23	0,9705**