

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

“EFECTO DEL DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA Y OTROS  
FACTORES EN EL DESARROLLO DE TENSIONES DE  
CRECIMIENTO PARA TECA (*Tectona grandis*) Y POCHOTE  
(*Bombacopsis quinatum*) EN DOS PLANTACIONES  
DISTINTAS DE LA EMPRESA MADERAS PRECIOSAS DE  
COSTA RICA S.A.”

Juan Manuel Millán Granados

II SEMESTRE  
CARTAGO, 2001.

# Índice General

Índice General.....	X
Índice de Figuras.....	XI
Índice de Cuadros.....	XIII
Índice de Anexos.....	XV
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XVIII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XIX</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>XXII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
OBJETIVO GENERAL.....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
GENERALIDADES DE LAS ESPECIES INVESTIGADAS.....	3
<b>Pochote</b> .....	3
Teca.....	5
Tensiones de Crecimiento.....	7
El efecto de la tasa de crecimiento y factores genéticos.....	11
El efecto del manejo.....	11
Viento, espaciamiento y distribución por edad (categoría diamétrica).....	12
El efecto desestabilizante de los raleos.....	13
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>14</b>
Especie.....	16
<b>Generalidades de las fincas visitadas:</b> .....	<b>25</b>
Proyecto Forestal Garza.....	25
Proyecto Forestal Río Tabaco.....	27
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>29</b>
TECA.....	29
POCHOTE.....	44
COMPARACIÓN TECA – POCHOTE.....	56
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>58</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>60</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>65</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Distribución de las tensiones de crecimiento longitudinales en el fuste. ....	8
<b>Figura 2.</b> Representación esquemática para medir las deformaciones unitarias a causa de la liberación de las tensiones de crecimiento (TsC). ....	18
<b>Figura 3.</b> Representación de las micro deformaciones unitarias. ....	21
<b>Figura 4.</b> Demostración de medición de tensiones de crecimiento utilizando una escalera a 4 metros de altura. Guanacaste, 2001. ....	22
<b>Figura 5.</b> Demostración de la medición de las tensiones de crecimiento con un extensómetro a 1,3 m de altura. Guanacaste, 2001. ....	23
<b>Figura 6.</b> Extensómetro (Hugenberger tensotast) utilizado durante el trabajo de campo. Guanacaste, 2001. ....	24
<b>Figura 7.</b> Distribución superficial de las TsC ( $\mu E$ ) por puntos cardinales para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001. ....	30
<b>Figura 8.</b> Interacción de las TsC con respecto a la calidad (1 y 2) y los distanciamientos de siembra (3,5 x 3,5 m, 5 x 5 m y 6 x 2 m) para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en el Proyecto Forestal Garza, Guanacaste, 2001. ....	31
<b>Figura 9.</b> Interacción de los puntos cardinales contra el distanciamiento para el desarrollo de las TsC en tres distanciamientos de siembra (3,5 x 3,5 m, 5 x 5 m y 6 x 2 m) para Teca. ( <i>Tectona grandis</i> ) Proyecto Forestal Garza, Guanacaste, 2001. ....	33
<b>Figura 10.</b> Interacción de la calidad (1 y 2) con los distanciamientos de siembra (3 x 3 m, 6 x 2 m, 3,5 x 3,5 m y 5 x 5 m) para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en los Proyectos Forestales Río Tabaco y Garza. Guanacaste, 2001. ....	39
<b>Figura 11.</b> Interacción de los puntos cardinales en los cuatro distanciamientos de siembra evaluados ( 3 x 3 m, 6 x 2 m, 3,5 x 3,5 m y 5 x 5 m) para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ), en los Proyectos Forestales Río Tabaco y Garza. Guanacaste, 2001. ....	41
<b>Figura 12.</b> Interacción de los factores altura y calidad como respuestas a las TsC en promedio para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en un distanciamiento de siembra de 3 x 3 m en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001. ....	45

<b>Figura 13.</b> Interacción entre los factores distanciamiento y punto cardinal para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en los distanciamientos de siembra de 6 x 4 m y 5 x 5 m, en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001.....	48
<b>Figura 14.</b> Interacción distanciamiento-calidad para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en tres distanciamientos (3 x 3 m, 5 x 5 m y 6 x 4 m) en los Proyectos Forestales Río Tabaco y Garza. Guanacaste, 2001. ....	51
<b>Figura 15.</b> Interacción de los Puntos Cardinales con los tres distanciamientos de siembra (3 x 3 m, 5 x 5 m y 6 x 4 m) para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste,2001.....	52
<b>Figura 16.</b> Interacción entre altura y calidad para los tres distanciamientos de siembra (6 x 4 m, 5 x 5 m y 3 x 3 m) correspondientes a Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.....	54
<b>Figura 17.</b> Promedio general de las TsC para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) y Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ). Guanacaste, 2001. ....	57

## Índice de Cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Información básica para cada lote evaluado del Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001.....	15
<b>Cuadro 2.</b> Información básica para cada lote evaluado del Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001.....	16
<b>Cuadro 3.</b> Diseño experimental para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. ....	20
<b>Cuadro 4.</b> Diseño experimental para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. ....	20
<b>Cuadro 5.</b> Valores promedio y desviaciones estándar de las TsC que tuvieron diferencias significativas para los distanciamientos de 5 x 5 m, 6 x 2 m y 3,5 x 3,5 m y otros factores, en el Proyecto Forestal Garza, para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ). Guanacaste, 2001.....	29
<b>Cuadro 6.</b> Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) con un Modelo Lineal General para los distanciamientos de 3,5 x 3,5 m, 5 x 5 m y 6 x 2 m en el Proyecto Forestal Garza, para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ). Guanacaste, 2001.....	35
<b>Cuadro 7.</b> Valores promedio y desviaciones estándar de las TsC para el distanciamiento de 3 x 3 m y otros factores, en el Proyecto Forestal Río Tabaco, para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ). Guanacaste, 2001.....	36
<b>Cuadro 8.</b> Resultados del ANOVA de un Modelo Lineal General para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en un distanciamiento de 3 x 3 m en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001. ....	37
<b>Cuadro 9.</b> Valores promedio y desviaciones estándar de las TsC que presentaron diferencias significativas y otros factores evaluadas en los cuatro distanciamientos evaluados, para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ). Guanacaste, 2001.....	38
<b>Cuadro 10.</b> Resumen de un ANOVA mediante un Modelo Lineal General para los distanciamientos de 3,5 x 3,5 m, 5 x 5 m, 6 x 2 m y 3 x 3 m, en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco, para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ). Guanacaste, 2001.....	42
<b>Cuadro 11.</b> Resultados de un análisis de una vía para la determinación de diferencias significativas de los distanciamientos de siembra para Teca	

( <i>Tectona grandis</i> ) en los Proyectos Forestales Río Tabaco y Garza. Guanacaste, 2001.....	43
<b>Cuadro 12.</b> Valores promedio y desviación estándar para los factores altura y calidad, para las TsC de Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en el distanciamiento de 3 x 3 m en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001.....	44
<b>Cuadro 13.</b> Resumen del ANOVA mediante un Modelo Lineal General para el distanciamiento de 3 x 3 m y otros factores, en el Proyecto Forestal Río Tabaco, para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ). Guanacaste, 2001.....	46
<b>Cuadro 14.</b> Valores de promedio y desviación estándar para las TsC de acuerdo al distanciamiento - punto cardinal, de Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ), en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001.....	47
<b>Cuadro 15.</b> Resumen del ANOVA con un Modelo Lineal General para los distanciamientos de 6 x 4 m, 5 x 5 m y otros factores, en el Proyecto Forestal Garza, para la especie Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ). Guanacaste, 2001...	49
<b>Cuadro 16.</b> Valores de promedio y desviación estándar de las TsC para las interacciones distanciamiento - calidad, distanciamiento - punto cardinal y calidad - altura, para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.....	50
<b>Cuadro 17.</b> Resumen de un ANOVA mediante un Modelo Lineal General para los distanciamientos de 6 x 4 m, 5 x 5 m y 3 x 3 m, en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco, para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ). Guanacaste, 2001.....	55
<b>Cuadro 18.</b> Valores promedio y desviación estándar para las TsC de Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.....	56

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1.</b> Datos de campo para la determinación de TsC en Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) para un distanciamiento de 3 x 3 m. Guanacaste, 2001. ....	65
<b>Anexo 2.</b> Datos de campo para la determinación de TsC en Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) para un distanciamiento de 6 x 2 m. Guanacaste, 2001. ....	66
<b>Anexo 3.</b> Datos de campo para la determinación de TsC en Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) para un distanciamiento de 3.5 x 3.5 m. Guanacaste, 2001. ....	67
<b>Anexo 4.</b> Datos de campo para la determinación de TsC en Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) para un distanciamiento de 5 x 5 m. Guanacaste, 2001. ....	68
<b>Anexo 5.</b> Datos de campo para la determinación de TsC para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en un distanciamiento de 3 x 3 m. Guanacaste, 2001. ....	70
<b>Anexo 6.</b> Datos de campo para la determinación de TsC para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en un distanciamiento de 6 x 4 m. Guanacaste, 2001. ....	71
<b>Anexo 7.</b> Datos de campo para la determinación de TsC en Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en un distanciamiento de 5 x 5 m. Guanacaste, 2001. ....	72
<b>Anexo 8.</b> Modelo Lineal General para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001. ....	73
<b>Anexo 9.</b> Modelo Lineal General para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001. ....	75
<b>Anexo 10.</b> Modelo Lineal General para los distintos distanciamientos de siembra de Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001. ....	81
<b>Anexo 11.</b> Modelo Lineal General para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001. ....	89
<b>Anexo 12.</b> Modelo Lineal General para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001. ....	92
<b>Anexo 13.</b> Modelo Lineal General para los distintos distanciamientos de siembra de Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001. ....	98

<b>Anexo 14.</b> Modelo Lineal General para los distanciamientos de siembra de 3,5 x 3,5 m y 3 x 3 m, para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.....	105
<b>Anexo 15.</b> Análisis de varianza de una vía para el factor punto cardinal para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001. ....	110
<b>Anexo 16</b> Análisis de Varianza de dos vías para los factores distanciamiento y calidad para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001.....	111
<b>Anexo 17.</b> Análisis de varianza de dos vías para los factores punto cardinal y distanciamiento para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001.....	112
<b>Anexo 18.</b> Análisis de varianza de una vía para el factor distanciamiento para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.....	114
<b>Anexo 19.</b> Análisis de Varianza de una vía para el factor altura de Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001.....	115
<b>Anexo 20.</b> Análisis de Varianza de dos vías para los factores calidad y altura para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001.....	116
<b>Anexo 21.</b> Análisis de varianza de dos vías para los factores calidad y distanciamiento para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.....	117
<b>Anexo 22.</b> Análisis de varianza de dos vías para los factores punto cardinal y distanciamiento para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001. ....	117
<b>Anexo 23.</b> Análisis de varianza de dos vías para los factores calidad y altura para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.....	118
<b>Anexo 24.</b> Análisis de Varianza de una vía para el factor calidad para Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en dos distanciamientos de siembra (3 x 3 m y 3,5 x 3,5 m) en los Proyectos Forestales Río Tabaco y Garza. Guanacaste, 2001.....	119
<b>Anexo 25.</b> Análisis de Varianza de una vía para las distintas alturas de los árboles de calidad 1 para Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001. ....	120

<b>Anexo 26.</b> Análisis de varianza de una vía para las TsC de Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) y Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ). Guanacaste, 2001.....	121
<b>Anexo 27.</b> Estadísticas descriptivas para distanciamiento en Teca ( <i>Tectona grandis</i> ). Guanacaste, 2001.....	122
<b>Anexo 28.</b> Estadísticas descriptivas para calidad en Teca ( <i>Tectona grandis</i> ). Guanacaste, 2001.....	122
<b>Anexo 29.</b> Estadísticas descriptivas para altura en Teca ( <i>Tectona grandis</i> ). Guanacaste, 2001.....	122
<b>Anexo 30.</b> Estadísticas descriptivas para punto cardinal en Teca ( <i>Tectona grandis</i> ). Guanacaste, 2001.....	123
<b>Anexo 31.</b> Estadísticas descriptivas para distanciamiento en Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ). Guanacaste, 2001.....	123
<b>Anexo 32.</b> Estadísticas descriptivas para calidad en Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ). Guanacaste, 2001.....	124
<b>Anexo 33.</b> Estadísticas descriptivas para altura en Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ). Guanacaste, 2001.....	124
<b>Anexo 34.</b> Estadísticas descriptivas para punto cardinal en Pochote ( <i>Bombacopsis quinatum</i> ). Guanacaste, 2001.....	124

# “EFECTO DEL DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA Y OTROS FACTORES EN EL DESARROLLO DE TENSIONES DE CRECIMIENTO PARA TECA (*Tectona grandis*) Y POCHOTE (*Bombacopsis quinatum*) EN DOS PLANTACIONES DISTINTAS DE LA EMPRESA MADERAS PRECIOSAS DE COSTA RICA S.A.”

Juan Manuel Millán Granados \*

## RESUMEN

Como un afán para identificar factores que pueden contribuir al desarrollo de las tensiones de crecimiento (TsC) en dos especies latifoliadas, se planteó determinar los efectos del distanciamiento de siembra en el desarrollo de las TsC. Las tensiones de crecimiento (deformaciones unitarias) fueron medidas para determinar posibles diferencias significativas entre distanciamientos de siembra, fincas, puntos cardinales, calidades de árbol y altura en el fuste.

El trabajo se llevó a cabo en Guanacaste, con la ayuda de varios trabajadores locales de la empresa. Las TsC fueron determinadas para cada uno de los árboles evaluados se midió de acuerdo a los distanciamientos, puntos cardinales, calidad y altura. Se encontró diferencias significativas entre ambas especies en cuanto a las TsC.

Se determinó que la mayoría de las diferencias significativas de las tensiones de crecimiento fueron determinadas por interacciones en las cuales el distanciamiento estaba presente, siendo las más importantes distanciamiento - punto cardinal y calidad. Hubo resultados que no fueron los esperados en cuanto a las TsC por calidad de árbol para ambas especies. Los mejores comportamientos fueron los encontrados en los distanciamientos de 3 x 3 m y 5 x 5 m (debido a interacciones).

Se recomendó indagar más en este tema ya que es el primer estudio de sobre este tema en Costa Rica.

**Palabras claves:** Teca; *Tectona grandis*; Pochote; *Bombacopsis quinatum*; tensiones; crecimiento; calidad; altura; especie.

---

\* Informe de Práctica de Especialidad, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. Costa Rica. 2001.

# “THE EFFECTS OF DISTANCE IN PLANTING AND OTHER FACTORS IN THE DEVELOPMENT OF GROWING TENSIONS OF TEAK (*Tectona grandis*) AND POCHOTE (*Bombacopsis quinatum*) IN TWO DIFFERENT PLANTATIONS OF PRECIOUS WOODS COMPANY, COSTA RICA.”

Juan Manuel Millán Granados \*

## ABSTRACT

In an eagerness to identify factors for the development of growth stress (GS) of two hardwood species; for that reason the distance of planting and other variables were considered. GS Valor were measured to determine possible significant differences between planting distances, polar points, quality of trees and height at the bole.

The work was carried out in Guanacaste with the help of several workers of the company. From each tree evaluated, the GS was measured according to the planted distances, polar points, quality and height. Significant differences were found among species according to GS

It was determined that the majority of the GS were affected by interactions in which distance was present. The most important interactions were distance – polar points and distance – quality. There were unexpected results as to the GS per quality of tree for both species. The best responses were found in the planted distances of 3 x 3 m and 5 x 5 m (in order to interactions).

It was recommended to investigate more on the topic because this is the first study about this topic in Costa Rica.

**Key words:** Teak; *Tectona grandis*; Pochote; *Bombacopsis quinatum*; stress, growth; height; species.

---

\* Report on Specialty Practice, School of Forestry Engineering, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. Costa Rica. 2001.

“EFECTO DEL DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA Y OTROS  
FACTORES EN EL DESARROLLO DE TENSIONES DE CRECIMIENTO  
PARA TECA (*Tectona grandis*) Y POCHOTE (*Bombacopsis quinatum*)  
EN DOS PLANTACIONES DE LA EMPRESA MADERAS PRECIOSAS  
DE COSTA RICA S.A.”

Informe presentado a la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto  
Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar al título de  
bachiller en Ingeniería Forestal

Miembros del Tribunal

-----  
PhD. José Rafael Serrano Montero,  
Profesor Guía

-----  
Ing. Ronald Guerrero,  
Representante de Maderas Preciosas S.A.

-----  
Ing. Róger Moya,  
Lector

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Benito y María Elena,  
por todo su esfuerzo, cariño,  
comprensión y consejos dados.

Mi hermano, José Antonio. (QDEP)

A mis abuelos Rafael (QDEP)  
José (QDEP) y Carmen (QDEP)

A mi abuela Rafaela, un cariño único.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que todo, agradecer a Dios, ya que sin su ayuda nada de esto hubiese sido posible.

A Maderas Preciosas de Costa Rica S.A. y su personal técnico y administrativo por darme la oportunidad de realizar el estudio en sus plantaciones, el apoyo logístico y financiero.

Al PhD. José Rafael Serrano por toda la ayuda logística, préstamo de equipo y hacerme ver en el trabajo algo más que una simple metodología.

A mis compañeros de tantos años, los buenos y malos momentos dentro y fuera de la universidad.

Al personal académico y administrativo de la Escuela de Ingeniería Forestal del ITCR, por todos estos años.

A los chóferes por las experiencias y los momentos compartidos durante las giras.

A todos mis amigos y amigas, por dejarme pasar con ellos grandes momentos.

A mi familia tanto en Costa Rica como en España, por acordarse de mí en todo momento y brindarme algo más que cariño.

A mis compañeros de trabajo en Garza: Alexis, Jorge, Luis Guillermo, Norman y Teodoro; en Río Tabaco a Carlos, Hugo y Juan, por haber pasado buenos ratos y brindarme su amistad.

A todas las demás personas que viven y trabajan en las fincas visitadas, por compartir este tiempito conmigo y enseñarme muchas cosas importantes en la vida.

## INTRODUCCIÓN

Las plantaciones tradicionales de especies forestales en Costa Rica se siembran usualmente con un distanciamiento entre cada uno de los árboles de 3 x 3 metros. De esta manera se obtiene un total de 1111 árboles por hectárea. También existen otros distanciamientos posibles pero el anterior es el más utilizado.

Al estar el árbol sometido a una gran competencia, este puede llegar a torcer su eje de crecimiento (fuste) con el fin de lograr la mayor captación de luz solar.

Si se llegan a presentar árboles torcidos, estos serán los primeros en cortarse en el primer raleo. Las características de la madera de estos árboles no serán las más adecuadas para poder ser utilizadas en productos de alta calidad, y solo podrán ser utilizadas en ciertos productos de baja calidad o donde sus propiedades no tengan que ser muy exigidas.

Es de suma importancia poder descubrir el distanciamiento de siembra indicado para las especies utilizadas en reforestación ya que de esta manera los árboles podrán crecer de la mejor manera y así todas las siguientes etapas de industrialización posteriores al momento de corta de la plantación tendrán mayores posibilidades de éxito.

Con base en lo anterior se puede planificar bien los aspectos silviculturales en actividades que van desde el establecimiento hasta el manejo de la plantación, con lo cual se pueden optimizar los costos por compra de material y personal.

Hay que tomar en cuenta que un primer raleo se efectúa con fines fitosanitarios (raleo por lo bajo) y que así no se puede esperar una industrialización de la madera, sin embargo algo de ello podría ser aprovechable.

Los árboles tienen que ser lo más uniforme posible en su forma ya que si se presentan asimetrismos en la copa y ramas inferiores, esto incidirá en que ese árbol presente altas tensiones de crecimiento, y por lo tanto la calidad de su madera, también será baja.

Las tensiones de crecimiento (TsC) son fuerzas generadas en la madera de plantas en crecimiento presentes en todos los árboles, sin embargo, la severidad de las mismas tiende a variar tremendamente. La zona externa del fuste se encuentra en tensión mientras que la interna en compresión. Las tensiones de crecimiento longitudinales contribuyen a los problemas de procesamiento de la madera. Rajaduras y agrietamientos de las trozas por extremos, rajaduras en la madera, torceduras de cara y canto en madera aserrada son buenos ejemplos. (Serrano, 2000)

## **OBJETIVO GENERAL**

1. Determinar las tensiones de crecimiento (TsC) en árboles en pie de Teca (*Tectona grandis* Linn. F.) y Pochote (*Bombacopsis quinatum* Jacq.D) en dos plantaciones distintas.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar efectos del distanciamiento de siembra en el desarrollo de las TsC.
2. Determinar posibles diferencias significativas entre fincas, distanciamientos, puntos cardinales, calidades de árbol y altura en el fuste.
3. Determinar posibles factores que incidan en el desarrollo de las TsC.

# REVISIÓN DE LITERATURA

## GENERALIDADES DE LAS ESPECIES INVESTIGADAS

### Pochote

El Pochote cuyo nombre científico es *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand pertenece a la familia Bombacaceae. Se encuentra distribuido en forma natural desde el sur de Honduras hasta Colombia y Venezuela (Arguedas y Torres. 1995)

El Pochote es un árbol caducifolio, grande, que alcanza de 25 a 35 metros de Altura y hasta 2 metros de diámetro. El fuste es recto con gambas grandes, corteza color grisáceo, gruesa con muchos agujones, los que a veces forman líneas o “sierras”. Hojas digitadamente compuestas, con 3-7 folíolos de forma obovada u oblongo obovada, glabras y membranáceos. Las flores son hermafroditas de color blanco a rosado. (Arguedas y Torres. 1995)

Comúnmente presenta una corteza de 10 a 18 mm de grosor y rimosa. (Robyns, 1964, citado por CATIE, 1991)

Los frutos son cápsulas parda, glabras, 5 anguladas, de 4 a 10 cm de largo. Las semillas son color pardo con manchas café, de 5 mm x 4 mm, se encuentran cubiertas por fascículos lanosos color pardo, que da la apariencia de algodón. (Arguedas y Torres. 1995)

### Requerimientos ambientales

- **Temperatura:** de 20 – 27 °C.
- **Precipitación:** dentro de su ámbito de distribución natural, la precipitación varía entre 800-2200 mm anuales, con períodos secos de 3-5 meses.
- **Altitud:** desde el nivel del mar hasta los 900 metros de elevación.
- **Suelos:** en forma natural se le encuentra en suelos bien drenados y profundos, ligeramente ácidos. En Costa Rica, el crecimiento se ha visto afectado en suelos arcillosos, de alta pendiente, muy compactados o con fertilidad natural baja. (Arguedas y Torres. 1995)

La pendiente es un factor limitante en zonas secas y de lluvias estacionales fuertes en donde esta favorece el escurrimiento; en consecuencia, hay poca infiltración para proveer una reserva de humedad para las plantas. Los suelos arcillosos en los dos primeros horizontes, con alta pendiente y pH bajo, producen los menores incrementos. (Navarro y Martínez, 1989, citado por CATIE, 1991)

Entre los factores considerados como limitantes, para el crecimiento de la especie, están los suelos superficiales de baja fertilidad natural, compactados y arcillosos y las pendientes pronunciadas. (Navarro y Martínez, 1989, citado por CATIE, 1991)

La falta de humedad en el suelo se considera como el principal factor limitante de la especie, de ahí que los mayores crecimientos se presenten en sitios planos. (Navarro y Martínez, 1989; Kane 1989 a; 1989 b; citado por CATIE, 1991)

Para el establecimiento de plantaciones se requiere de una buena preparación del terreno, arado de suelo y rastrillado o apertura de hoyos profundos. En Costa Rica, se han sembrado las pseudo estacas faltando dos meses para la finalización de la época seca. Las distancias de plantación oscilan de 2 m x 2 m hasta 3 m x 3 m. En buenas condiciones, el crecimiento en altura es de alrededor de 1 metro por año y el turno promedio esperado es de 20 años. Las podas pueden practicarse a partir del tercer año. En cuanto a raleos, se estima que el turno de la especie es de 30 años en suelos buenos y que deben realizarse tres raleos, a los 7, 15 y 20 años. (Arguedas y Torres. 1995)

La madera no posee olor ni sabor característico, es difícil de secar, liviana, fácil de trabajar y presenta propiedades mecánicas muy favorables. (Tuk, 1975; Silverborg, *et al.*, 1970; Record y Hess, 1943; citado por CATIE, 1991)

La madera del Pochote presenta un color blanco o amarillo pálido en condición verde, en condición seca la madera es de color pardo muy claro; presenta anillos de crecimiento diferenciados, sus límites están marcados por bandas oscuras regulares. Tiene grano recto y textura suave, posee una densidad específica de 0.38 a 0.43, es difícil de secar, buena estabilidad dimensional y durabilidad natural. (Vargas, 1972; Saborío y Porras, 1979; Webb, 1980; González *et al.*, 1971; Tuk, 1975; citado por CATIE, 1991)

La madera de Pochote es muy apreciada para la ebanistería, carpintería y tallado. (Arguedas y Torres. 1995)

Debido a que esta especie desarrolla ramas grandes, se hace necesario realizar podas, principalmente cuando se utilizan espaciamientos mayores de tres metros en cuadro. Aunque con el manejo de la densidad los árboles eliminan las ramas bajas. (CATIE, 1991)

La primera poda se puede realizar entre el cuarto y quinto año, para facilitar las labores de acceso y mejorar la calidad de la madera. Esta poda no debe de ser mayor de un tercio de la Altura del árbol. La segunda poda se debe realizar después del aclareo, podando hasta la mitad de la Altura del árbol. (CATIE, 1991)

## Teca

La Teca cuyo nombre científico es *Tectona grandis* L.f. pertenece a la familia Verbenaceae. Es originaria de India, Birmania, Bangladesh, Tailandia e Indonesia, entre los 9° y 25° norte. (Arguedas y Torres. 1995)

Es un árbol de gran porte, de hasta 40 metros o más de altura y 1,5 metros de diámetro, de fuste recto, cilíndrico y limpio. Corteza áspera y delgada (12 mm), gris, pardo grisácea, o café claro, fibrosa y fisurada que se desprende en placas grandes y delgadas; sin color ni olor característico. (Arguedas y Torres. 1995; Chaves y Fonseca, 1991)

Hojas grandes, opuestas, elípticas u ovoides; rugosas en el haz y con un tomento denso, estrellado en el envés, de color gris o blanquecino. Las flores son pequeñas, blancas, perfectas (bisexuales), dispuestas en panículas grandes. Los frutos son drupas irregulares, redondeadas y las semillas ovales. (Arguedas y Torres. 1995)

### Requerimientos ambientales

- **Temperatura:** la temperatura promedio anual en el área de distribución natural es de 22-28 °C, en América Central se le ha cultivado en lugares con temperaturas entre 23-28 °C.
- **Precipitación:** la precipitación óptima está en un ámbito entre 1500-2000 mm anuales.
- **Altitud:** en su área natural de distribución se presenta desde el nivel del mar hasta 900 metros de altitud, y en América Central hasta los 600 metros de altitud.
- **Suelos:** normalmente prefiere suelos franco arenosos o ligeramente arcillosos, fértiles y profundos, sin impedimentos en el drenaje. (Arguedas y Torres. 1995)

En la plantación es indispensable la selección del mejor rebrote y un estricto control de las malezas durante las primeras etapas de establecimiento. En América Central, el distanciamiento que ha producido los mejores resultados es a 2,5 m x 2,5 m. El turno de rotación oscila entre 20 y 25 años. (Arguedas y Torres. 1995)

Esta especie produce madera para aserrío de alta calidad, y los residuos pueden ser utilizados como leña entre otros. Es muy utilizada para cercas vivas o plantaciones en línea. En el suroeste asiático se obtienen colorantes de las hojas para teñir sedas. (Arguedas y Torres. 1995)

La albura es amarillenta blancuzca, el duramen es de color verde oliva y al cortarse se torna café oscuro. La madera es moderadamente dura, pesada y presenta anillos de crecimiento. (Little y Dixon, 1969, citado por Chaves y Fonseca, 1991)

Los aspectos más limitantes que se mencionan como factores limitantes, para el crecimiento de la especie son: los suelos poco profundos, el mal drenaje, suelos compactados y la textura arcillosa. (CATIE, 1986; Watterson, 1971; citados por CATIE, 1991) También, los sitios bajos con alta precipitación o sin un período seco marcado de tres meses y mal drenaje son perjudiciales. (Laurie, 1975, citado por CATIE, 1991) Las áreas relativamente planas de colinas, con suelos compactados, duros, arcillosos o arcilloso limosos, así como los suelos planos con un estrato superficial de arena, han demostrado no ser aptos para la especie. Asimismo, los suelos lateríticos duros y arcillosos o los suelos profundos secos y arenosos. Por poseer hojas muy grandes que captan gran cantidad de agua de la precipitación, la especie puede provocar la erosión del suelo si se planta en sitios con pendiente sin utilizar algún sistema de control de escorrentía. (Ross, 1959; Streets, 1962; Chaves, 1989; citados por Chaves y Fonseca, 1991)

La madera de teca es fina y dura, cualidad muy apreciada para diversos usos, es una madera que contiene sílice; con una densidad específica de 0.61 a 0.69; fácil de trabajar, secar y preservar (la albura); el duramen presenta una durabilidad natural buena y tiene buena estabilidad dimensional. No es corrosiva, tiene resistencia a las termitas, los hongos y a la intemperie. Tiene un aceite antiséptico que la hace muy resistente y la protege del ataque de diversos organismos. Por las características anteriores y por su belleza, se considera una de las especies más valiosas del mundo. (Webb, 1980; Little y Dixon, 1969; Torres y Silverborg, 1972; Keogh, 1979; Universidad de Costa Rica, 1979; Grupo Tecnología Apropiada, 1984, citados por Chaves y Fonseca, 1991) La madera proveniente de aclareos posee muchas tensiones que dificultan el aserrado. Es necesario aserrar las trozas eliminando dichas tensiones en forma equilibrada; para esto se remueven la costanera y tabla de un lado y posteriormente el lado opuesto, seguidamente los otros dos lados. El uso de sierras dobles reduce el tiempo de volteo de trozas para eliminar tensiones; asimismo, recomienda aserrar la madera en estado verde. Las piezas de albura removidas para disminuir tensiones deben de ser de 2-2,5 cm de grosor para que al secar puedan enderezarse por efecto del peso de la pila. (Altuve, 1987; citado por Chaves y Fonseca, 1991)

La madera de Teca es usada en construcciones navales, puentes, muebles y carpintería en general, enchapado y contrachapado, madera para parquet y duelas utilizadas en la fabricación de barriles para guardar productos químicos (Magini y Tulstrup, 1968; Little y Dixon, 1969; Flinta, 1960; CATIE, 1986; Webb, 1980; Parry, 1957; Peña, 1981 y Keogh, 1979; citados por Chaves y Fonseca, 1991)

Según Raets (1964) citado por Chaves y Fonseca (1991), los árboles de Teca destinados a la elaboración de chapas, no deben de tener nudos en un radio de 6 a 7 cm a partir de la médula; para tal efecto, la poda debe ejecutarse antes de que los árboles posean un diámetro mayor de 10 cm. Recomienda también realizar la poda al caer las hojas, podando sólo los árboles prometedores (no se podan los árboles mal formados, ni aquellos que tengan una altura inferior a dos terceras partes de la altura mayor), el largo de la copa no debe de exceder a la mitad de la Altura total del árbol; además, no se corta más de una tercera parte de la copa y se cortan sólo las ramas que el árbol no puede eliminar por si mismo.

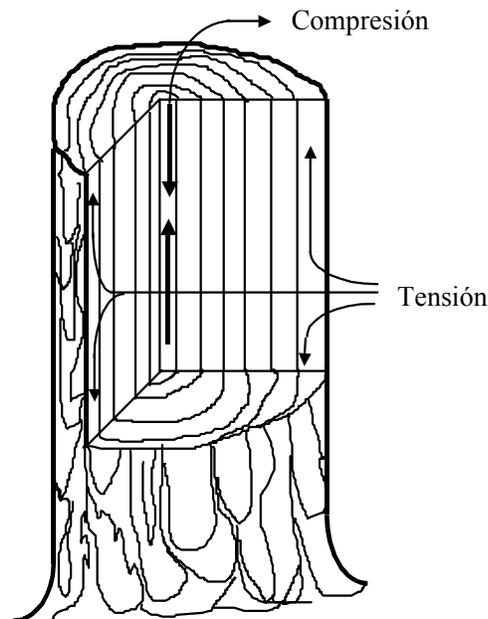
### **Tensiones de Crecimiento**

Las tensiones de crecimiento en los árboles se considera que aparecen en el tallo desde el acortamiento de las células en el sentido longitudinal y expansión en el sentido tangencial durante el proceso de maduración de las fibras, y estos esfuerzos se orientan longitudinal, tangencial y radialmente. Se ha concluido que las tensiones de crecimiento y la tasa de crecimiento no están relacionadas, y que la mayoría de las tensiones de crecimiento (compresión) más significativas ocurren a medida que se acerca a las compresiones longitudinales cerca del centro del tallo. (Serrano, 2000).

Se ha demostrado que la aplicación de tratamientos silviculturales reducen la magnitud de la TsC longitudinal en *Eucalyptus grandis*. Se observó una reducción de la tensión de crecimiento en un 40% así como un aumento en los niveles de crecimiento radial de un 190% entre una plantación al que se le aplicaron tratamientos silviculturales y otro que era testigo o control (sin ninguna aplicación de tratamientos). (Kitahara y Wilkins, 1991) Los árboles de *Eucalyptus* sp que crecen en amplios distanciamientos tienen más de un 50% menos de tensiones de crecimiento, y en un sitio más fértil tienen una menor tensión de crecimiento longitudinal. Se ha determinado también que a mayor área de copas, menor la tensión de crecimiento (Ferrand, 1982a); para un método distinto al utilizado en este proyecto.

La fuente de las tensiones de crecimiento se originan cuando las células de crecimiento leñoso se contraen en dirección a las fibras y se expanden en dirección transversal. Desde que la contracción es contenida por células viejas, las células nuevas generan tensión longitudinal, mientras la obstrucción de la expansión lateral por células vecinas, promueve compresión tangencial (Kubler, 1987). La fuerza de tensión longitudinal comprime la capa adyacente interior y reduce la tensión de células viejas (Jacobs, 1938). El efecto macro-cumulativo de capas leñosas adicionales, se convierte en una severa compresión, como se puede ver en la Figura 1, cerca de la médula. (Nicholson 1973).

El árbol autogenera tensiones de crecimiento en respuesta a las necesidades mecánicas requeridas. Las tensiones de crecimiento son importantes porque ayudan a reorientar al fuste y las ramas. Por ejemplo, la madera de reacción generalmente tiende a exhibir altos niveles de tensión de crecimiento longitudinal que permiten a los árboles inclinados para volver a obtener una posición vertical. Las tensiones de crecimiento están presentes en el árbol como tensión interna o residual aún sin la acción de fuerzas externas. Como resultado, la media de las tensiones de crecimiento de árboles en pie y los correspondientes árboles caídos difieren ligeramente (Nicholson 1973).



**Figura 1.** Distribución de las tensiones de crecimiento longitudinales en el fuste.

Kubler en 1987 ha establecido que no hay razón por la que la madurez de las células del árbol a contraer, varíe de acuerdo a la tasa de crecimiento. Este hallazgo da un soporte al concepto general que no existe relación alguna entre la magnitud de la tensión de crecimiento o tensiones superficiales en la zona cambial y la tasa de crecimiento. Por otro lado, se ha encontrado evidencia que demuestra lo contrario. Chafe en 1979, encontró una diferencia significativa entre la tensión de crecimiento y el diámetro del fuste en *Eucalyptus nitens*, en algunos casos se ha encontrado una leve influencia del ambiente. (Kitahara y Wilkins, 1991)

En un estudio realizado para determinar la relación existente entre la tensión de crecimiento y la tasa de crecimiento en *Eucalyptus grandis* (22 años), el nivel de crecimiento determinado por el resquebrajamiento final, fue débilmente correlacionado con la tasa de crecimiento. No se encontró tampoco relación alguna entre la tensión de crecimiento y la tasa de crecimiento dentro de los tratamientos. Entre los resultados obtenidos tenemos que no hubo una diferencia significativa entre el nivel de la tensión de crecimiento periférico longitudinal y la tasa de crecimiento medida en el diámetro a la altura del pecho (dap). La gradiente interna de compresión excesiva longitudinal desde la médula hasta la parte externa del xilema, a lo largo de los radios, será menor en árboles con rápidos índices o tasas de crecimiento. (Kitahara y Wilkins, 1991) Dependiendo de la extensión de la proporción de madera juvenil en el fuste, esta puede incrementarse como resultado de la aplicación de raleos. Esta madera se espera que vaya a tener una baja densidad y resistencia, fibras cortas, alto encogimiento longitudinal al secado y un alto contenido de lignina. (Hoon y Malan, 1992)

La tensión aparece en plantas leñosas en forma de tensión y compresión (Figura 1). La compresión actuante en la madera produce estiramiento, el cual es verificado como un cambio en dimensiones. Desde que la tensión no puede ser medida directamente, el cambio dimensional unitario es usado para evaluar defectos causados por tensiones de crecimiento. (Kubler, 1988)

Estudios han indicado que en el caso de *Eucalyptus grandis*, el efecto de la tasa de crecimiento en las propiedades de la madera es mínimo cuando se compara con madera de la misma edad. Sin embargo, un rápido crecimiento inicial maximizaría el tamaño de la sección juvenil y por ende puede tener un efecto significativo en las propiedades de la madera del fuste como un todo. (Hoon y Malan, 1992)

A pesar de las limitaciones, se ha encontrado claramente que existe una fuerte posibilidad de modificar efectivamente la magnitud de la tensión de crecimiento en plantaciones jóvenes usando procedimientos silviculturales sencillos. Las tensiones de crecimiento parecen estar relacionadas muy cercanamente con la densidad en pie y por lo tanto a la competencia entre árboles; el menor nivel de tensión ocurrirá cuando los árboles no sufran ninguna competencia en donde las copas de los árboles no estén en contacto. (Ferrand, 1982a)

Las tensiones de crecimiento (TsC) parecieran estar estrechamente relacionadas con la densidad del rodal debido a la competencia entre los árboles. Los niveles más bajos de TsC ocurren cuando los árboles no sufren competencia como en el caso de árboles cuyas copas no tienen contacto entre ellas.

Basado en las dificultades encontradas en el aserrío de eucaliptos se pueden hacer los siguientes comentarios:

- A la misma edad los árboles de mayor tamaño son más fáciles de aserrar (confirmado también con árboles de tulipero "yellow poplar". Serrano 1999)
- Las trozas más difíciles de aserrar provienen de rodales sin raleos.
- Las mejores trozas provienen de árboles solitarios (como sucede en fincas agrícolas) y aún los árboles dominantes que han crecido en sitios difíciles tienden a presentar dificultades a la hora del aserrío.

De las mediciones de las TsC realizadas en árboles de eucaliptos se dieron los siguientes resultados:

- Los árboles más tensionados pertenecían a los rodales plantados con una distancia del espaciamiento de 1.22 m.
- Los árboles menos tensionados fueron plantados con un distanciamiento de 6.86 m.
- El promedio de las 6 parcelas con árboles muy tensionados, presentó distanciamientos de 1.22, 1.71 y 2.44 m.
- El promedio de las 4 parcelas con árboles poco tensionados, presentaron distanciamientos de 4.88 y 6.86 m. (Ferrand, 1982b)

En parcelas muy densas los problemas de procesamiento serán mayores conforme los diámetros de las trozas son más pequeños. Los esfuerzos longitudinales generados anualmente en la zona superficial cercana a la corteza (independientes del diámetro) se distribuyen en una menor distancia radial, lo que provoca que el centro del árbol presente esfuerzos de compresión (resorte comprimido) mayores. Los árboles que han crecido en sistemas con espaciamientos amplios tienen niveles de TsC hasta un 50 % menores, tales reducciones parecieran ser suficientes para disminuir los principales problemas de procesamiento generados por las TsC. (Ferrand, 1982b)

En general pareciera que existe un valor medio de densidad del rodal (por especie) en el cual las TsC tienden a aumentar sistemáticamente. (Ferrand, 1982a)

Que tanto o que tan rápido la tensión a un lado del árbol inclina un fuste depende del diámetro (grosor) del fuste del árbol. En un árbol recto, en parte desarraigado y severamente inclinado por una ráfaga de viento, la madera de reacción recupera su verticalidad en la parte más delgada en lo alto del fuste en pocos meses, al tanto que enderezar la parte gruesa restante, requiere más años, con lo que el fuste se vuelve curvado (Kubler, 1988).

Sobre la orientación en ambientes inusuales se hace mención a los siguientes factores:

- a) **Laderas:** en pendientes muy pronunciadas, generalmente los árboles jóvenes obtienen más luz del lado del valle que de la colina, muchos crecen hacia la luz, y además se inclinan hacia la parte baja de la colina y forman copas que crecen hacia un solo lado (Burns, 1920 y Johnston 1962, citados por Kubler, 1988). Los árboles que reciben una cantidad de luz insuficiente como resultado de estar apiñados, se inclinan más. (Kubler, 1988)
- b) **El viento y otros factores:** En áreas con fuertes vientos prevaletentes, los árboles se inclinan al sotavento, las TsC contrarrestan dicho esfuerzo y de esta manera reducen la presión del viento, pero el peso de la copa tiende a halar a los árboles inclinados al suelo. Además no es agradable que los árboles generen la inclinación en términos de tensión en un solo lado en respuesta al viento. Mejor dicho, el viento empuja al árbol a una posición inclinada y a cambio el árbol genera tensión para contrarrestar la inclinación (Jaccard 1938; Nicholls 1982, citados por Kubler, 1988)

### **El efecto de la tasa de crecimiento y factores genéticos**

Se puede sospechar que el rápido crecimiento radial de la raíz está asociado con altos niveles de tensión de crecimiento, simplemente porque la fuerza mecánica como el rápido crecimiento es visto como un síntoma de vigor. En realidad, no hay razón por la cual las células de crecimiento de la madera se contraigan, lo cual debería de variar con la tasa de crecimiento. (Kubler, 1988)

Varios investigadores han encontrado que las tensiones mecánicas son independientes de las tasas de crecimiento. Otros perciben una débil relación, pero el efecto de la tensión también se puede explicar por factores como los raleos, el cual acelera el crecimiento. (Kubler, 1987, citado por Kubler, 1988)

### **El efecto del manejo**

En principio, el control de las tensiones de crecimiento es bastante sencillo: hacer lo posible por obtener posiciones de fuste recto o estable, y reducir estímulos de reorientación. (Kubler, 1988)

Entre los factores que determinan la orientación del fuste, llamémoslos gravedad, luz, pendiente del terreno y el viento, los más llamados a ser controlados son la luz y el viento. (Kubler, 1988)

### **Viento, espaciamiento y distribución por edad (categoría diamétrica)**

La fuerza del viento dentro de los bosques varía con la densidad en pie y la distribución en altura de los árboles. Desde este punto de vista, lo deseado es tener altas densidades en pie y con un estrato variado de altura como en el bosque natural. (Kubler, 1988)

La demanda por luz requiere justamente lo contrario. En ensayos de distanciamiento y corta en Australia utilizando árboles de Eucalipto de la misma edad cuanto más amplio fue el distanciamiento, menor fueron las tensiones de crecimiento. Un incremento en las alturas de los árboles dominantes estaba asociado a condiciones de baja tensión. (Kubler, 1988)

Otros estudios estaban de acuerdo, en que el tamaño de la copa en lugar del espaciamiento servía como un criterio para la densidad en pie, áreas de copa proyectadas al suelo fueron mayores en árboles delgados. (Kubler, 1988)

Árboles con grandes copas relativamente generan menor tensión, debido a que las copas grandes se dan en árboles en pie delgados y resplandecientes, en la cual los árboles no se tienen que reorientar. (Kubler, 1988)

Es difícil teorizar sobre la influencia de la categoría de distribución de edades en los árboles, particularmente el efecto de la luz en un bosque de la misma edad o de edades diferentes. En bosques con una edad uniforme algunos árboles tienden a crecer más rápido que otros, llegan a ser dominantes y cambian las condiciones de luz para sus vecinos que llegan a ser suprimidos. Consecuentemente, árboles en pie con una edad uniforme, podrían presentar fuertes tensiones. (Kubler, 1988)

## **El efecto desestabilizante de los raleos**

Los raleos pueden, aún así, desestabilizar y cambiar considerablemente la luz, dando causa a la reorientación, y así aumentar la tensión. Los raleos de las especies de pino Ponderosa, demandantes de luz parecen incrementar la incidencia en la deformación de madera de compresión en los árboles remanentes que responden con altas tasas de crecimiento. (Paul y Meagher, 1949; Burger y Ffolliott, 1976, citados por Kubler, 1988)

Considerando a las tensiones de crecimiento, los bosques deben de ser raleados de una manera menos intensa y frecuentemente, en vez de ser fuertemente cortados después de períodos largos. Cortas leves cambian la cantidad de luz, apenas apreciable, y disminuye alteraciones drásticas e indeseables en un lado del árbol. (Kubler, 1988)

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó durante los meses de julio y agosto en dos fincas localizadas en Guanacaste, pertenecientes a la empresa Maderas Preciosas de Costa Rica S.A.

Las fincas en mención son los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. El primero ubicado en Garza, distrito de Sámará, cantón de Nicoya y con una extensión de 1024 has y el segundo ubicado en el caserío Río Tabaco del distrito Veintisiete de Abril del cantón de Santa Cruz, con una extensión de 120.9 has.

Se trabajó con las especies *Tectona grandis* (Teca) y *Bombacopsis quinatum* (Pochote).

En el Proyecto Forestal Garza, los árboles a trabajar fueron seleccionados en lotes sembrados durante los años 1990 y 1992. Para la especie *Tectona grandis* (Teca), los lotes escogidos para evaluar fueron “Cima 1 y 2” (1990) y “Cárdenas 1 y 2” (1992). Para *Bombacopsis quinatum* (Pochote), los lotes escogidos para evaluar fueron “Simona 1A” (1990) y “El Cruce” (1991)

El distanciamiento de siembra en estos lotes fueron los siguientes: “Cima 1” (6 m x 2 m), “Cárdenas 1 y 2” (3.5 m x 3.5 m y 5 m x 5 m, respectivamente), “El Cruce” (5 m x 5 m) y “Simona 1A” (6 m x 4 m)

En el Proyecto Forestal Río Tabaco, los árboles a trabajar fueron seleccionados de lotes sembrados durante los años 1990 – 1991. Para la especie *Tectona grandis* (Teca); los lotes escogidos para evaluar fueron “Gramá” (1991) y “Palmar Nuevo” (1990). Para *Bombacopsis quinatum* (Pochote) el lote escogido para evaluar fue “Palmar Viejo” (1990). Los siguientes cuadros presentan un resumen sobre datos relevantes de cada lote en ambas fincas para cada especie.

El distanciamiento de siembra en estos lotes fue el mismo (3 m x 3 m) para ambas especies.

**Cuadro 1.** Información básica para cada lote evaluado del Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001.

Especie	Teca			Pochote	
	Lote				
Actividad	Cárdenas 1	Cárdenas 2	Cima 1 y 2	El Cruce	Simona 1A
Edad (años)	9	9	11	10	11
<b>Distanciamiento</b> (m)	3,5 x 3,5	5 x 5	6 x 2	5 x 5	6 x 4
Material utilizado	Pseudo estaca	Pseudo estaca	Plantón	Plantón	Plantón
Procedencia	Hojancho	Hojancho	Garza	Hojancho	Garza
Área total (ha)	5	8	5	25	11
Raleos (% , 2001)	11	50	19	18	22
Prom. arb/ha	450	280	333	400	327
Prom. dap (cm)	21,5	20,5	20,4	25,6	31,1
<b>Prom. Altura total</b> (m)	17,4	16,0	16,0	14,6	16,5
<b>Prom. Área basal</b> (m <sup>2</sup> /ha)	16,81	9,23	14,40	21,00	25,03
<b>Prom. Vol/arb</b> (m <sup>3</sup> )	0,34	0,33	0,37	00,31	0,42

**Fuente:** Maderas Preciosas, 2001.

**Cuadro 2.** Información básica para cada lote evaluado del Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

Especie	Teca		Pochote
	Lote		
Actividad	Gramma	Palmar Nuevo	Palmar Viejo
Edad (años)	10	10	10
<b>Distanciamiento</b> (m)	3 x 3	3 x 3	3 x 3
Material utilizado	pseudo estaca	pseudo estaca	pseudo estaca
Procedencia	Río Tabaco	Nicoya	Nicoya
Área total (ha)	<b>18</b>	18	43
Raleos (% , 2001)	20	29	2
Prom. arb/ha	653	620	360
Prom. dap (cm)	16,5	17,6	16,7
<b>Prom. Altura total</b> (m)	14,1	14,3	9,3
<b>Prom. Área basal</b> (m <sup>2</sup> /ha)	13,9	15,1	8,5
<b>Prom. Volumen</b> (m <sup>3</sup> /ha)	88.6	99,7	40,0

Fuente: Maderas Preciosas, 2001.

Los diámetros (dap) de los árboles seleccionados fueron medidos con cinta diamétrica.

En el Proyecto Forestal Garza, los diámetros promedio para los árboles medidos en los respectivos lotes para *Tectona grandis* (Teca) fueron "Cima 1" (24,0 cm) y "Cárdenas 1 y 2" (23,3 y 20,2 cm). Para *Bombacopsis quinatum* (Pochote), los diámetros fueron "Simona 1A" (24,8 cm) y "El Cruce" (32,4 cm). En los Anexos 1-7 se encuentran los datos individuales de cada árbol seleccionado.

En el Proyecto Forestal Río Tabaco, los diámetros promedio para los árboles medidos fueron para *Tectona grandis* (Teca) en los lotes “Gramma” y “Palmar Nuevo” (19,7 cm); y para *Bombacopsis quinatum* (Pochote) en el lote “Palmar Viejo” (24,3 cm). En los Anexos 1-7 se encuentran los datos individuales de cada árbol seleccionado.

Los árboles a trabajar fueron escogidos en dos calidades, a saber, **1** para árboles de buen porte en el fuste y buena distribución de copa y **2** para árboles que presentaran algún defecto en su fuste ya fuera torceduras, enfermedades o asimetría en la copa. Este procedimiento fue realizado siguiendo metodologías aprendidas en diversos cursos de la carrera (Camacho y Murillo, 1998).

Para *Tectona grandis* (Teca), dentro de cada lote se estableció dos parcelas, cada una constando de 100 árboles, de los cuales se escogió 5 árboles por tipo de calidad, para un total por lote de 10 árboles por calidad. Realizado así un muestreo de 10%. Igual procedimiento para *Bombacopsis quinatum* (Pochote) solo que en este las parcelas fueron de 50 individuos donde se escogieron 3 árboles de una calidad y 2 de otra para un total de 5 repeticiones, con una misma intensidad de muestreo del 10%.

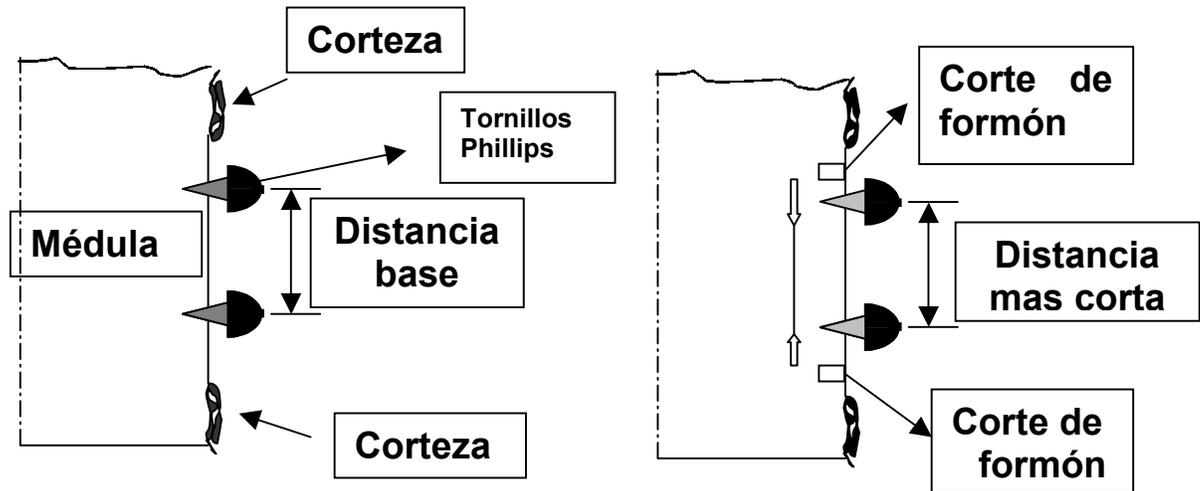
Las parcelas se ubicaron en lugares donde se podía obtener mayor representatividad del sitio, tanto por la calidad de los árboles como de la topografía del sitio. Una vez escogidos los árboles, se procedió a marcar en el fuste su respectivo número y calidad.

Dichas parcelas, no tenían una forma definida, ya que como fueron ubicadas en sitios raleados, no siempre se llegó a tener la misma cantidad de individuos por hilera. Al menos se consideró que cada hilera tuviera como máximo 10 árboles.

El procedimiento para medir las TsC en cada uno de los árboles seleccionados fue el siguiente:

Las deformaciones en la superficie (zona cambial), cerca de la corteza, pueden ser medidos mediante la remoción de una sección de corteza de aproximadamente 5,0 x 7,5 cm de área en el sentido del fuste. Sobre ésta superficie son insertados dos tornillos (4 mm) de cabeza Phillips de acero con una separación de 50 mm entre ellos. Posteriormente se mide la distancia entre centros de las cabezas de los tornillos con un instrumento conocido como extensómetro (Hugenberger tensotast) con una precisión de 0,001 mm.

La Figura 2, muestra una representación esquemática para medir las deformaciones unitarias a causa de las tensiones de crecimiento (TsC).



**Paso 1:**

- Remover una sección de corteza.
- Insertar dos tornillos Phillips.
- Medir la distancia base.

**Paso 2:**

- Liberar las TsC por medio de dos cortes de formón.
- Medir de nuevo la distancia entre las dos cabezas de los tornillos Phillips.

**Figura 2.** Representación esquemática para medir las deformaciones unitarias a causa de la liberación de las tensiones de crecimiento (TsC).

Seguidamente, las TsC son liberadas mediante dos incisiones de formón hechas a una distancia de 1,3 cm de las tangente externas de los tornillos. Dado que las fibras de la zona superficial del árbol o de la troza se encuentran en tensión (como una cinta elástica estirada) las cabezas de los tornillos tienden a acercarse después de los cortes realizados con el formón.

Se tomó la nueva distancia después de 2 o 3 minutos de haber liberado las TsC y la diferencia o cambio dimensional con relación a la longitud original es expresado en unidades de micro deformaciones ( $\mu\epsilon$ ,  $\mu = 10^6$ ).

Las mediciones se llevaron a cabo en cada uno de los 4 puntos cardinales (Norte, Sur, Oeste y Este).

Este procedimiento se llevó a cabo a 1,3 metros de altura (dap) y a 4 metros de altura, con el fin de evaluar la primera y segunda troza de un árbol en pie. Además, se le midió el diámetro a cada uno de los árboles seleccionados a 1,3 metros de altura (dap) utilizando una cinta diamétrica. A los 4 metros de altura, los boquetes de corteza y las mediciones se realizaron utilizando una escalera de madera y equipo de seguridad (Cinturón de seguridad colocado en la cintura y amarrado al fuste).(Ver figuras 4 y 5)

Para la realización de esta investigación se contó con la ayuda de 4 asistentes en el Proyecto Forestal Garza y de 2 asistentes en el Proyecto Forestal Río Tabaco.

En una libreta de campo se anotó toda esta información además de observaciones generales de topografía del sitio (pendiente, ríos, etc) y del árbol mismo, como cercanía de los tornillos a nudos, canchales, etc.

El total de mediciones de tensiones de crecimiento se sintetiza de la siguiente manera:

- Proyecto Forestal Río Tabaco:

**Teca:** 2 Calidades x 1 distanciamiento (3 x 3) x 10 repeticiones x 2 alturas x 4 puntos cardinales = 160 mediciones.

**Pochote:** 2 Calidades x 1 distanciamiento (3 x 3) x 5 repeticiones x 2 alturas x 4 puntos cardinales = 80 mediciones.

- Proyecto Forestal Garza:

**Teca:** 2 Calidades x 3 distanciamientos (6 x 2, 3.5 x 3.5 y 5 x 5) x 10 repeticiones x 2 alturas x 4 puntos cardinales = 480 mediciones.

**Pochote:** 2 Calidades x 2 distanciamientos (6 x 4 y 4 x 4) x 5 repeticiones x 2 alturas x 4 puntos cardinales = 160 mediciones.

El diseño experimental se presenta en los siguientes cuadros

**Cuadro 3.** Diseño experimental para Teca (*Tectona grandis*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco.

<b>Factor</b>	<b>Niveles</b>
distanciamiento (m)	4 (3,5 x 3,5) (5 x 5) (6 x 2) (3 x 3)
calidad	2 (1) (2)
altura	2 Primera troza (PT) Segunda troza (ST)
puntos cardinales	4 (N) (S) (E) (O)

**Nota:** El distanciamiento 3 x 3 m pertenece al Proyecto Forestal Río Tabaco.

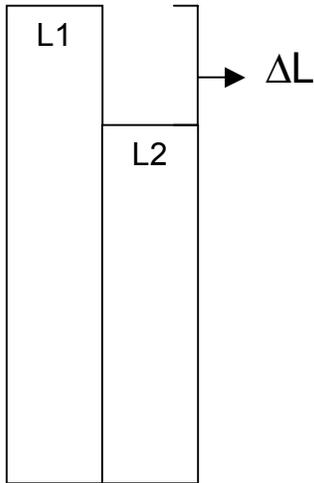
**Cuadro 4.** Diseño experimental para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco.

<b>Factor</b>	<b>Niveles</b>
distanciamiento (m)	3 (5 x 5) (6 x 4) (3 x 3)
calidad	2 (1) (2)
altura	2 Primera troza (PT) Segunda troza (ST)
puntos cardinales	4 (N) (S) (E) (O)

**Nota:** El distanciamiento 3 x 3 m pertenece al Proyecto Forestal Río Tabaco.

Una vez, que se obtuvieron las mediciones iniciales y finales de cada punto cardinal, se pasaron a una hoja electrónica (Excel) y el cálculo de las tensiones de crecimiento se realizó de la siguiente manera: (Medición inicial – Medición final) x 20 (Ver Anexos 1 – 7). Esto para cada punto cardinal.

El valor de 20 viene a ser explicado a continuación sirviendo de ejemplo la Figura 3.



**Figura 3.** Representación de las micro deformaciones unitarias.

$$E = \frac{\Delta L}{L} \times 10^6 (\mu E)$$

Ejemplo:

$L1 = 2000$ ;  $L2 = 1950$ ;  $\Delta L = 50$  (0,050 mm), entonces:

$$E = \frac{0.050mm}{50mm} \times 10^6 = 1000 \mu E \text{ (unidades de deformación)}$$

A su vez, es igual a  $50 \times 20 = 1000 \mu E$

Posteriormente se realizó el análisis estadístico de los datos en el paquete estadístico Minitab para obtener así los resultados finales del estudio realizado.

Se recolectó también información metereológica, de sitio y de manejo de los lotes visitados en ambos Proyectos Forestales.



**Figura 4.** Demostración de medición de tensiones de crecimiento utilizando una escalera a 4 metros de altura. Guanacaste, 2001.



**Figura 5.** Demostración de la medición de las tensiones de crecimiento con un extensómetro a 1,3 m de altura. Guanacaste, 2001.

La figura 6 muestra una representación del extensómetro (Hugenberger tensotast)



**Figura 6.** Extensómetro (Hugenberger tensotast) utilizado durante el trabajo de campo. Guanacaste, 2001.

## **Generalidades de las fincas visitadas:**

Proyecto Forestal Garza

- Localización Geográfica:

El proyecto está encuadrado en la Hoja Cartográfica Garza N° 3045-I, escala 1:50000 entre las coordenadas Lambert: 358-362 (Verticales) y 208-216 (Horizontales)

- Cotas de elevación:

Mínima: 5 msnm

Máxima: 250 msnm

- Vías de comunicación:

La finca tiene comunicación con la ciudad capital, a través de la carretera interamericana por la ciudad de Liberia, o también por el Ferry Tempisque de Colorado de Abangares y por el Ferry Nicoyano a través del paso playa Naranjo y Puntarenas.

- Suelo:

El mapa de asociaciones de sub-grupos de suelos de Costa Rica define tres subgrupos de suelos presentes en el área de estudio: I: 32 (suelo de la orden de los inceptisoles) Ustic dystropept; M3 (subgrupo formado por dos suelos del orden Mollisoles y un suelo del orden de Inceptisoles) Fluvaquentic hapludoll, Typic tropaquet y Fluvaquentic haplaquoll; I: 21 (subgrupo formado por un suelo del orden de los Inceptisoles y otro del orden de los Mollisoles) Fluventic ustropept y Fluventic haplustoll.

- Clima:

Se caracteriza por los bajos valores de precipitación promedio anual (2635 mm), la presencia de una estación seca claramente marcada (Enero-Abril) y los altos valores de temperatura (30°C) y radiación solar (6,8 horas).

El viento es el elemento más significativo en la definición del clima del Pacífico Seco. El régimen lluvioso depende del comportamiento del viento, la temperatura, la humedad relativa y la heliofanía. La radiación solar depende en gran parte de la lluvia, que se debe a la nubosidad o a la mayor o menor humedad.

La intensificación del viento alisio resulta en menores precipitaciones y por ende más horas de sol, más radiación y menor humedad relativa.

- Precipitación:

Según datos recabados de la estación metereológica FERCO-Garza, se tiene un total anual de 3080,6 mm, siendo Septiembre el mes en el que se reporta la mayor cantidad de precipitación.

- Viento:

De acuerdo con los datos de la Estación de Nicoya, las velocidades promedio de los vientos oscilan entre 3,2 a 10,9 km/h. Estas velocidades no se consideran perjudiciales en el campo silvicultural o agropecuario. La dirección predominante de los vientos es nordeste.

- Zona de vida:

El Mapa Ecológico de Costa Rica define la zona de vida del área en estudio como Bosque Húmedo Tropical (bh-T).

El bh-T tiene un rango de precipitación entre 1950 y 3000 mm anuales. La biotemperatura media anual oscila entre 24-25°C, mientras que la temperatura varía entre 24-27°C como promedio anual. Esta zona de vida presenta condiciones muy favorables para el establecimiento y desarrollo de diferentes actividades del uso del suelo.

- Topografía:

El mosaico de fincas que conforman el proyecto tiene una topografía variada. Se presentan planicies aluviales, series de cerros aislados y cerros macizos.

## Proyecto Forestal Río Tabaco

- Localización Geográfica:

El proyecto está encuadrado en la Hoja Cartográfica Cerro Brujo N° 3046-II, escala 1:50000 entre las coordenadas Lambert: 351 450 - 353 300 (Verticales) y 236 800 – 237 950 (Horizontales)

- Cotas de elevación:

Mínima: 150 msnm

Máxima: 445 msnm

- Vías de comunicación:

La finca tiene comunicación por el extremo noroeste, ingresando por Río Tabaco. Se cuenta con un camino de lastre para el acceso a la finca.

- Clima:

La biotemperatura media anual se estimó en 26,2 °C.

- Precipitación:

La finca se caracteriza por una precipitación media anual de 1860,9 mm con un valor máximo esperado de 2275, 9 mm y un estimado mínimo de 1445, 9 mm.

- Viento:

Se tiene reportados vientos con velocidad promedio de 11,4 km/h, y con diversas direcciones (E, SE, NE)

- Zona de vida:

Con base en los parámetros de precipitación, biotemperatura y altitud, la zona de vida correspondiente es Bosque Seco Tropical (bs-T)

Debido al largo período seco y en algunos años a la existencia de períodos secos adicionales al inicio de la época lluviosa, este bioclima resulta muy restrictivo para muchas actividades del uso de la tierra en donde no existe riego. Aún las plantaciones Forestales tienen serios problemas de supervivencia y crecimiento en esta Zona de Vida, sobre todo en los suelos de ladera.

En Costa Rica las áreas de bosque seco Tropical son mayormente transicionales al bosque húmedo, sin embargo, existen sectores de bosque seco puro. En Costa Rica, el menor valor de precipitación se localiza en esta Zona de Vida, cuyo extremo menor se estima aproximadamente en 1100 mm como promedio anual y su valor máximo es de 1500 mm anuales. Posee esta Zona de Vida un rango de biotemperatura media anual que varía entre 24,0 - 24,5°C, y cuya temperatura media anual varía entre 24,0 – 27,8°C, aproximadamente. El período seco consecutivo es de 6,5 meses efectivamente secos al año.

- Topografía:

En las secciones reforestada predominan las pendientes de 30 - 45%

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### TECA

El Cuadro 5 muestra los valores promedio y desviación estándar de las variables que tuvieron diferencias significativas en un análisis estadístico (ver Cuadro 4) para los distanciamientos de 3,5 x 3,5 m, 5 x 5 m y 6 x 2 m en el Proyecto Forestal Garza, para Teca (*Tectona grandis*).

**Cuadro 5.** Valores promedio y desviaciones estándar de las TsC que tuvieron diferencias significativas para los distanciamientos de 5 x 5 m, 6 x 2 m y 3,5 x 3,5 m y otros factores, en el Proyecto Forestal Garza, para Teca (*Tectona grandis*). Guanacaste, 2001.

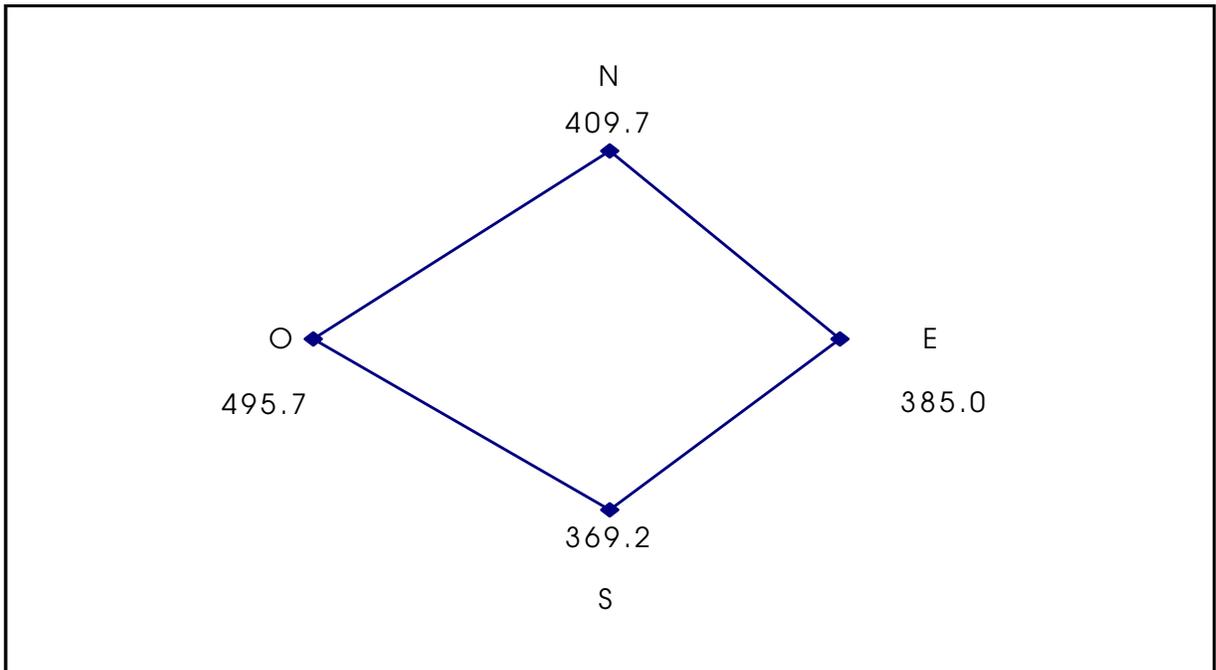
Factor		Promedio ( $\mu E$ )	Desviación estándar* ( $\mu E$ )
<b>punto cardinal</b>			
N		409,7	35,39
S		385,0	35,39
E		369,2	35,39
O		495,7	35,39
<b>distanciamiento</b>	<b>calidad</b>		
5 x 5	1	367,8	43,35
	2	389,7	43,35
6 x 2	1	496,5	43,35
	2	378,3	43,35
3,5 x 3,5	1	369,3	43,35
	2	487,7	43,35
<b>distanciamiento</b>	<b>punto cardinal</b>		
5 x 5	N	438,0	61,30
	S	270,5	61,30
	E	432,0	61,30
	O	374,5	61,30
6 x 2	N	397,5	61,30
	S	413,0	61,30
	E	407,5	61,30
	O	531,5	61,30
3,5 x 3,5	N	393,5	61,30
	S	471,5	61,30
	E	268,0	61,30
	O	581,0	61,30

Fuente: Anexo 9 y Cuadros 3 y 5.\*

\* **Nota:** En el cuadro anterior para cumplir con el principio del modelo estadístico, las desviaciones estándar reportadas son iguales. Ver Anexos 29, 30 y 32 donde se presentan las estadísticas descriptivas para cada uno de los factores.

Del Cuadro 5 se observa que para el caso de los puntos cardinales, hay una distribución casi regular de los datos, solo que en el punto cardinal Oeste se tiene un mayor valor.

Lo anterior se puede ver con mayor facilidad en la siguiente figura.



**Figura 7.** Distribución superficial de las TsC ( $\mu E$ ) por puntos cardinales para Teca (*Tectona grandis*) en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001.

De la Figura anterior se puede observar la distribución de las fuerzas alrededor de la circunferencia del fuste del árbol (2 primeras trozas).

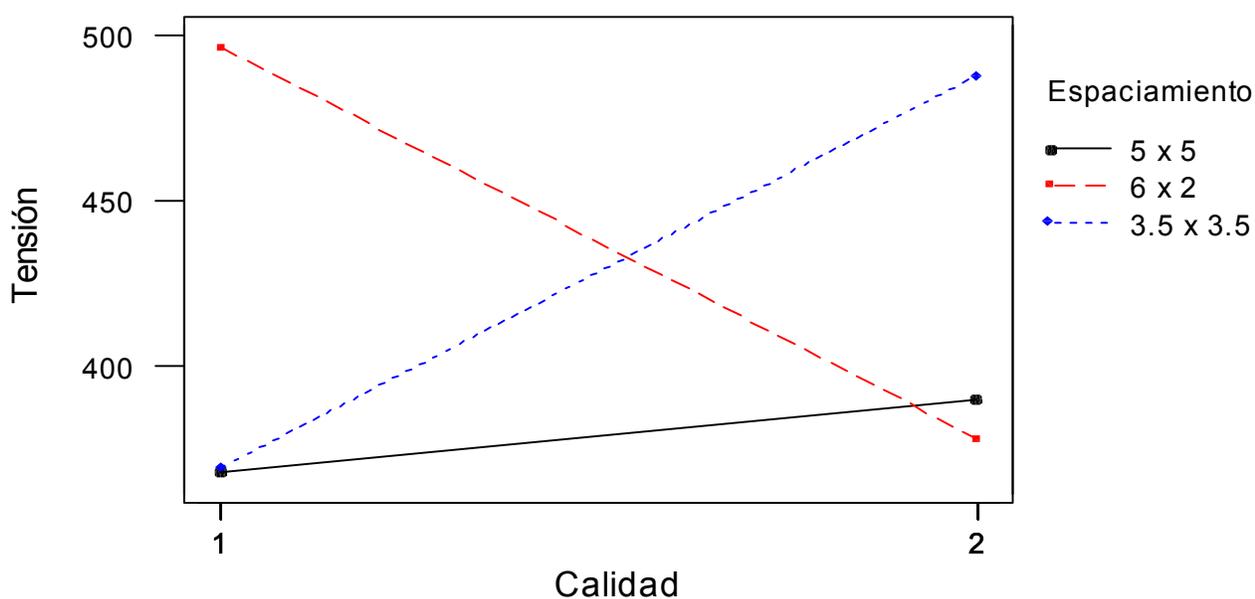
La dirección dominante del viento en esta zona es Nordeste, que en su caso no es el factor limitante ya que de ser así se verían afectados tanto el Norte como el Este.

De la figura se puede interpretar también que las fibras que se encuentran en el Oeste están más tensas por lo que las del Este, igualmente sucede con las fibras del Norte que al estar más tensas, eso implica que las del Sur, están menos tensas.

Es importante hacer notar que existe una distribución no uniforme de las TsC en una línea circunferencial del fuste. Esto causaría mayores problemas de calidad durante el aserrío que si se tuviera mayor uniformidad en las TsC de los puntos cardinales.

Al observar los árboles, no se encontró ninguna anomalía en su forma que pudiera haber sido anotada, y que se encontrara como una posible respuesta al asunto en mención. Las diferencias con respecto a los puntos cardinales son una tendencia explicada con un nivel de confianza del 94,4% ( $P = 0,056$ , ver Cuadro 6).

La Figura 8 muestra la relación existente entre el distanciamiento y las calidades evaluadas (1 y 2) para los tres distanciamientos de siembra (3,5 x 3,5 m, 5 x 5 m y 6 x 2 m) para Teca (*Tectona grandis*). Esto es una interacción significativa con un valor  $P = 0,024$ . (Cuadro 6)



**Figura 8.** Interacción de las TsC con respecto a la calidad (1 y 2) y los distanciamientos de siembra (3,5 x 3,5 m, 5 x 5 m y 6 x 2 m) para Teca (*Tectona grandis*) en el Proyecto Forestal Garza, Guanacaste, 2001.

De la figura anterior, se puede observar que hay dos distanciamientos (3,5 x 3,5 m y 5 x 5 m) que tienen un comportamiento lógico esperado; contrariamente el distanciamiento 6 x 2 m presenta un comportamiento inverso.

Los distanciamientos de 3,5 x 3,5 m y 5 x 5 m tienen los menores valores de TsC para los árboles de calidad 1, mientras que para la calidad 2, los árboles de 3,5 x 3,5 m tienen un mayor valor de tensiones de crecimiento en promedio.

Se observa además que los valores de TsC para ambas calidades en el distanciamiento de 5 x 5 m es muy similar ya que la recta no presenta una gran pendiente, por lo que es el distanciamiento que se espera vaya a tener menor problema de torceduras a la hora de aserrar ambas trozas. Con lo que se intuye que la procedencia del material sembrado es de buena calidad, o que los factores microclimáticos no han generado fuertes tensiones en estos árboles.

En este caso también se puede ver que el distanciamiento juega un papel importante ya que es el de 5 x 5 m, el que presenta mayor área (25 m<sup>2</sup>) para que el árbol pueda crecer de una manera más uniforme; ya que no va a tener con lo que es la captación de luz y nutrientes pues no está sometido a condiciones fuertes de competencia.

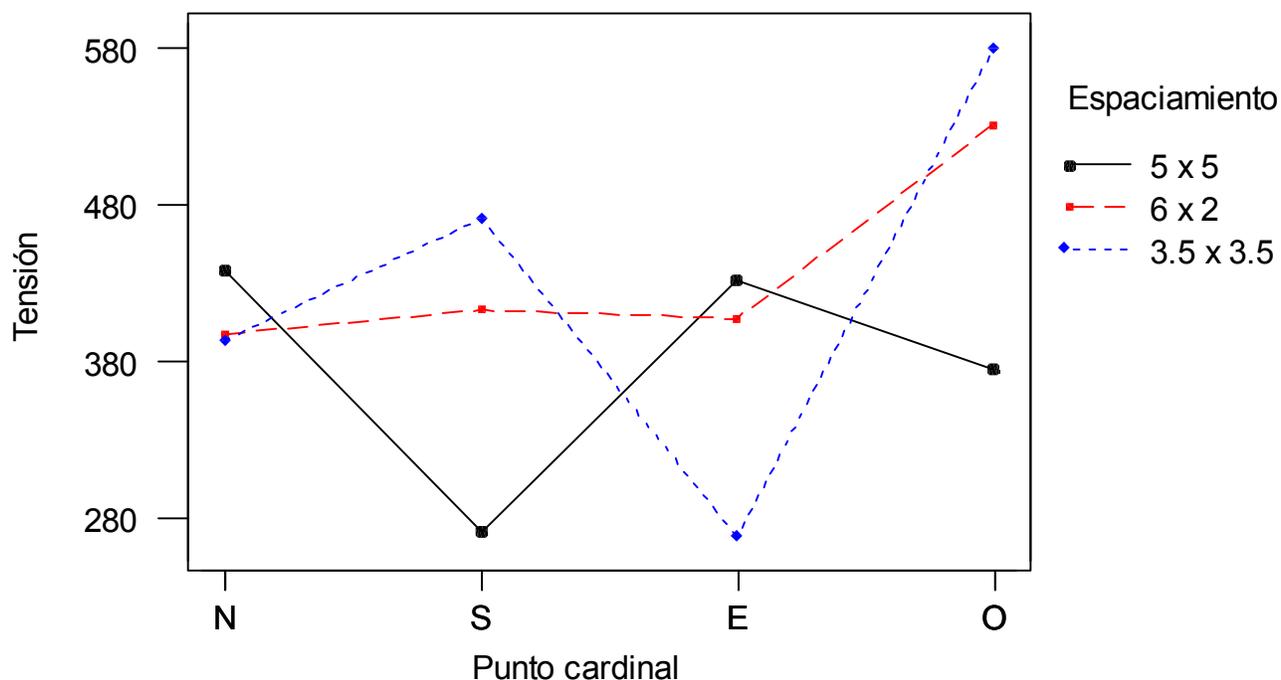
Hay que anotar que los lotes de ambos distanciamientos (3,5 x 3,5 m y 5 x 5 m) se encuentran ubicados en la misma zona; en tanto que el lugar donde se encuentra el lote con el distanciamiento de 6 x 2 m, se encuentra a mayor altura y por lo menos a 6 km de distancia, por lo que se presume que las condiciones ambientales sean distintas o que puedan variar un poco.

El distanciamiento de 6 x 2 m, es el que presenta una mayor cantidad de TsC para los árboles de calidad 1, mientras que las TsC para la calidad 2 son menores. La procedencia del material para el distanciamiento de 6 x 2 m es incierta (Espinoza, E. 2001)<sup>1</sup> por lo que se podría esperar que no fuera de la misma calidad que para los otros distanciamientos; y que durante el proceso de crecimiento los árboles de calidad 2 no se vieron afectados por las condiciones de sitio, el viento y otros factores ambientales más y que fueran los de calidad 1 los que se vieran afectados y que por lo tanto desarrollaran más tensiones de crecimiento. Sería necesario realizar más estudios para aclarar este comportamiento.

---

<sup>1</sup> Espinoza, E. 2001. Procedencia de material de Teca (*Tectona grandis*). Comunicación Personal. Liberia, Guanacaste, 2001.

La Figura 9 presenta la interacción de los puntos cardinales contra el distanciamiento para el desarrollo de las TsC en tres distanciamientos de siembra (3,5 x 3,5 m, 5 x 5 m y 6 x 2 m) para Teca (*Tectona grandis*).



**Figura 9.** Interacción de los puntos cardinales contra el distanciamiento para el desarrollo de las TsC en tres distanciamientos de siembra (3,5 x 3,5 m, 5 x 5 m y 6 x 2 m) para Teca. (*Tectona grandis*) Proyecto Forestal Garza, Guanacaste, 2001.

Esta es una interacción con un valor de  $P = 0,029$  (Ver Cuadro 4).

De la figura anterior se puede observar que para el distanciamiento de 6 x 2 m, se tiene un comportamiento muy homogéneo en sus puntos cardinales (alrededor de la circunferencia) excepto en el Oeste, donde el valor se incrementa. Eventualmente este comportamiento podría deberse a una mayor claridad proveniente del Este.

Hay que anotar también que en la realización del Modelo Lineal General, los puntos cardinales no presentaron diferencias significativas ( $P = 0,056$ ), y que su explicación se da con un nivel de confianza del 94,4%, por lo que se presenta es una tendencia y no se puede tomar como resultados contundentes.

La mayoría de las TsC en este punto cardinal (Oeste) radican en que varios árboles muestreados se localizaban en pendientes de 30-40%, hacia el este, además de estar ubicados en zonas altas, entonces esto produce una inclinación del árbol hacia el este, con lo que el árbol debe de hacer el esfuerzo en el oeste para reorientar su dirección.

En cuanto a los distanciamientos de 3,5 x 3,5 m y 5 x 5 m, estos tienen comportamientos inversos para cada uno de los puntos cardinales; de ahí que se reafirme la existencia de una interacción significativa.

El distanciamiento de 3,5 x 3,5 m presenta sus mayores valores de tensiones de crecimiento en promedio en los puntos cardinales Sur y Oeste, siendo este último el que presenta el mayor valor de tensiones de crecimiento, para todos los distanciamientos y puntos cardinales.

Este comportamiento podría estar influenciado por aperturas de luz, como lo es el paso de un camino al Norte del lote, el cual genera espacios de luz y hace que los árboles vayan en búsqueda de esos espacios; por lo que en el sector opuesto (Sur) el árbol trate de reorientarse, causando un aumento en las tensiones.

El incremento en el Oeste no es debido a la dirección del viento la cual es Nordeste.

Los puntos Norte y Este son los que presentan los menores valores. El Norte se justifica por la presencia de bosque en el Sur del lote, lo cual brinda cierta cobertura de protección y sombra.

Lo que eventualmente se puede considerar como una respuesta al caso, es que en algún momento hubo algún factor extrínseco el cual hizo que los árboles se reorientarán su dirección hacia el Este y el Oeste resultó como el punto con la mayor cantidad de tensiones de crecimiento en promedio.

El distanciamiento de 5 x 5 m tiene sus mayores puntos de tensiones de crecimiento en el Norte y en el Este, los cuales responden a la dirección del viento, la cual como se acaba de mencionar es Nordeste, y al ser dominante esta dirección, siempre serán estos puntos cardinales los más afectados.

El Cuadro 6, muestra un resumen del Modelo Lineal General de las TsC de los distanciamientos de 3,5 x 3,5 m, 5 x 5 m y 6 x 2 m en el Proyecto Forestal Garza, para la especie Teca (*Tectona grandis*) de las variables que presentaron diferencias significativas.

**Cuadro 6.** Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) con un Modelo Lineal General para los distanciamientos de 3,5 x 3,5 m, 5 x 5 m y 6 x 2 m en el Proyecto Forestal Garza, para Teca (*Tectona grandis*). Guanacaste, 2001.

Factor	Grad Lib (g.l)	F	P
punto cardinal	3	2,54	0,056
distanciamiento-calidad	2	3,77	0,024
distanciamiento- punto cardinal	6	2,37	0,029

Fuente: Anexo 9.

Del cuadro anterior se observa que las únicas variables y sus interacciones que presentaron diferencias significativas para Teca en el proyecto Forestal Garza, fueron distanciamiento-calidad y distanciamiento-punto cardinal, siendo explicadas anteriormente. En el Anexo 9 se presenta el modelo completo.

Esta variabilidad de las TsC alrededor de la circunferencia para los árboles de los distanciamientos de 3,5 x 3,5 m y 5 x 5 m, se espera que genere mayores dificultades al momento del aserrío (rajaduras y torceduras). Es posible que el distanciamiento de 6 x 2 m resulte en menores dificultades de procesamiento dado su mayor homogeneidad de las TsC alrededor de la circunferencia.

Se hizo una evaluación en el distanciamiento de 3 x 3 m para Teca (*Tectona grandis*) ubicada en el Proyecto Forestal Río Tabaco, mediante el Modelo Lineal General, no se encontraron diferencias significativas entre las factores medidos y sus distintas interacciones.(Calidad, altura y puntos cardinales).

En el siguiente cuadro se encuentran los valores promedio de los factores evaluados.

**Cuadro 7.** Valores promedio y desviaciones estándar de las TsC para el distanciamiento de 3 x 3 m y otros factores, en el Proyecto Forestal Río Tabaco, para Teca (*Tectona grandis*). Guanacaste, 2001.

<b>Factor</b>	<b>Promedio (<math>\mu E</math>)</b>	<b>Desviación estándar* (<math>\mu E</math>)</b>
<b>calidad</b>		
1	316,2	24,9
2	371,5	24,9
<b>altura</b>		
PT	326,3	24,9
ST	361,5	24,9
<b>punto cardinal</b>		
N	309,5	35,3
S	376,0	35,3
E	332,0	35,3
O	358,0	35,3

Fuente: Anexo 8.

Estos fueron los valores reales obtenidos pero al realizar las pruebas estadísticas mediante un Modelo Lineal General, no se encontró diferencias significativas entre las variables y sus interacciones.

Con este resultado se puede decir que el material pareciera tener condiciones ambientales adecuadas, lo que se refleja en una gran uniformidad de las fuerzas dentro del fuste.

El Cuadro 8, muestra un cuadro resumen de los valores obtenidos al comparar mediante un Análisis de Varianza con un Modelo de Lineal General el distanciamiento de 3 x 3 m en el Proyecto Forestal Río Tabaco.

---

\* **Nota:** En el cuadro anterior para cumplir con el principio del modelo estadístico, las desviaciones estándar reportadas son iguales. Ver Anexo 30, 31 y 32, donde se presentan las estadísticas descriptivas para cada uno de los factores.

**Cuadro 8.** Resultados del ANOVA de un Modelo Lineal General para Teca (*Tectona grandis*) en un distanciamiento de 3 x 3 m en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

<b>Factor</b>	<b>Grados de Libertad (g.l)</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
calidad	1	2,46	0,119
altura	1	1,00	0,319
punto cardinal	3	0,59	0,562
calidad-altura	1	0,00	0,994
calidad-punto cardinal	3	0,09	0,955
altura-punto cardinal	3	0,11	0,955
calidad –altura-punto cardinal	3	0,05	0,985

Fuente: Anexo 8.

Este análisis se realizó con la esperanza de encontrar diferencias marcadas como el distanciamiento de 3 x 3 m pertenece a Teca de Río Tabaco en contraste con los otros 3 distanciamientos encontrados en Garza.

Al realizar una comparación de los distintos distanciamientos de Teca en ambos Proyectos Forestales se obtuvo los resultados que se presentan en el siguiente cuadro.

Dichos resultados serán representados de forma gráfica para una mejor interpretación de los mismos.

Los resultados presentados son los que al haber realizado un Modelo Lineal General presentaron diferencias significativas.

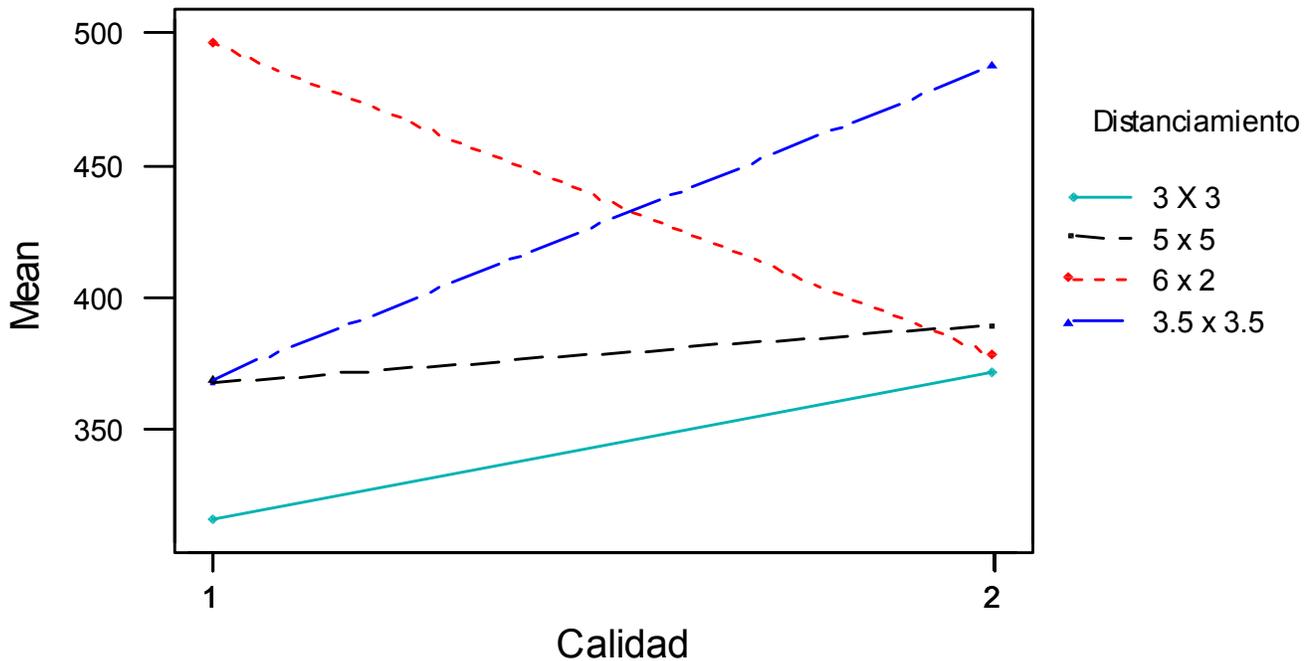
**Cuadro 9.** Valores promedio y desviaciones estándar de las TsC que presentaron diferencias significativas y otros factores evaluadas en los cuatro distanciamientos evaluados, para Teca (*Tectona grandis*). Guanacaste, 2001.

Interacción		Promedio ( $\mu E$ )	Desviación estándar* ( $\mu E$ )
<b>distanciamiento</b>	<b>calidad</b>		
3 x 3	1	316,3	39,6
	2	371,5	39,6
5 x 5	1	367,7	39,6
	2	389,8	39,6
6 x 2	1	496,5	39,6
	2	378,2	39,6
3,5 x 3,5	1	369,2	39,6
	2	487,7	39,6
<b>distanciamiento</b>	<b>punto cardinal</b>		
3 x 3	N	309,5	55,9
	S	376,0	55,9
	E	332,0	55,9
	O	358,0	55,9
5 x 5	N	438,0	55,9
	S	270,5	55,9
	E	432,0	55,9
	O	374,5	55,9
6 x 2	N	397,5	55,9
	S	413,0	55,9
	E	407,5	55,9
	O	531,5	55,9
3,5 x 3,5	N	393,5	55,9
	S	471,5	55,9
	E	268,0	55,9
	O	581,0	55,9

Fuente: Anexo 10.

La siguiente figura muestra la interacción entre el distanciamiento y la calidad de los árboles de Teca (*Tectona grandis*) en todos los distanciamientos de siembra y en las dos fincas evaluadas.

\* **Nota:** En el cuadro anterior para cumplir con el principio del modelo estadístico, las desviaciones estándar reportadas son iguales. Ver Anexos 29, 30 y 32 donde se presentan las estadísticas descriptivas para cada uno de los factores.



**Figura 10.** Interacción de la calidad (1 y 2) con los distanciamientos de siembra (3 x 3 m, 6 x 2 m, 3,5 x 3,5 m y 5 x 5 m) para Teca (*Tectona grandis*) en los Proyectos Forestales Río Tabaco y Garza. Guanacaste, 2001.

Esta es una interacción con un valor de  $P = 0,023$  (Ver Cuadro 10). De la figura anterior se observa que la figura es igual a la del Proyecto Forestal Garza a excepción del nuevo distanciamiento incluido del Proyecto Forestal Río Tabaco. (3 x 3 m)

Se observa que el distanciamiento de 3 x 3 m, es el que presenta la menor magnitud de TsC, para ambos tipos de calidad. Su valor de TsC en la calidad 2 está un poco por debajo del de 6 x 2 m, que para la otra finca era el que presentaba el menor valor.

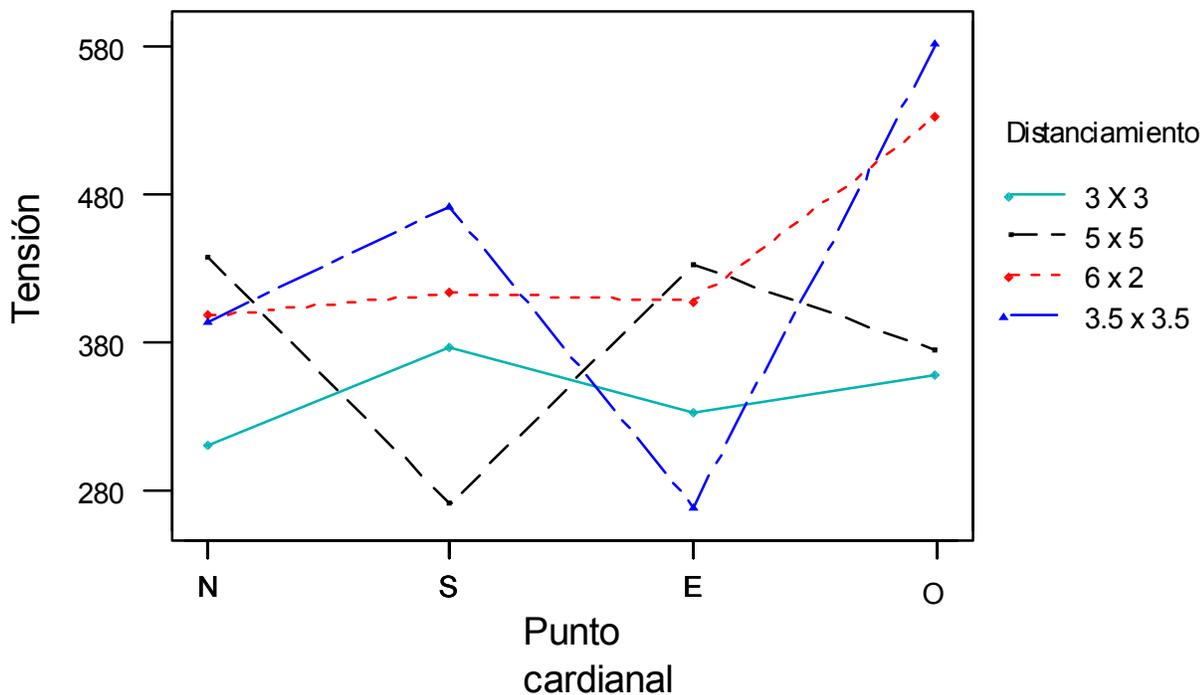
Se observa también que los valores para ambas calidades en el distanciamiento de 3 x 3 m, tiene un comportamiento lógico, en el cual los mejores árboles (calidad 1) son los que deben tener menores TsC y además su comportamiento es el más uniforme. Además, que la variación en las calidades para este distanciamiento es mayor que para el distanciamiento de 5 x 5 m, que en la otra finca es el que presenta la menor variación entre las calidades.

Debido a observaciones de campo, es interesante hacer notar que no se esperaba que el distanciamiento de 3 x 3 m llegara a tener los menores valores de TsC, debido principalmente a las condiciones ambientales imperantes en el lugar. Estos árboles están sembrados en una zona donde el viento se desplaza con mucha fuerza por lo que los árboles se presume se mueven mucho. Habiendo consultado a residentes de la zona, mencionaron que para la época en que se realizó este estudio el viento se desplaza con menos fuerza que en la época seca. Al no haber una dirección dominante de acuerdo a la literatura consultada, se puede decir que este es un factor importante ya que la distribución de las fuerzas no está centralizada en uno o dos puntos solamente, por lo que el problema no es tan severo.

Según la literatura citada se hubiera esperado que el distanciamiento que hubiese presentado la menor cantidad de TsC en promedio debió de ser el de 5 x 5 m debido a la mayor cantidad de área ( $25 \text{ m}^2$ ), y el resultado contrario se debió esperar en el distanciamiento de 3 x 3 m, el cual presenta la menor área ( $9 \text{ m}^2$ ), y en el cual los árboles están expuestos a una mayor competencia, por lo que se esperaría que los árboles presenten una mayor tensión durante su crecimiento regular.

Lo interesante es ver que el comportamiento lógico si se dio en el análisis del Proyecto Forestal Garza, pero al comparar ambas fincas, no se dio el resultado esperado. Se podría decir que en la evaluación de las tensiones de crecimiento para esos distanciamientos de siembra, el factor climático ha tenido un peso bastante importante y que se puede notar las diferencias que provoca en ello la clase de sitio en el que se encuentran.

La figura 11 muestra la interacción de los puntos cardinales en los cuatro distanciamientos de siembra ( 3 x 3 m, 6 x 2 m, 3,5 x 3,5 m y 5 x 5 m) evaluados para Teca (*Tectona grandis*).



**Figura 11.** Interacción de los puntos cardinales en los cuatro distanciamientos de siembra evaluados ( 3 x 3 m, 6 x 2 m, 3,5 x 3,5 m y 5 x 5 m) para Teca (*Tectona grandis*), en los Proyectos Forestales Río Tabaco y Garza. Guanacaste, 2001.

Esta es una interacción con un valor de  $P = 0,022$  (Ver Cuadro 10). De la figura anterior se observa que esta es igual a la del Proyecto Forestal Garza a excepción del nuevo distanciamiento incluido del Proyecto Forestal Río Tabaco. (3 x 3 m)

De la figura podemos ver que con relación al distanciamiento de 3 x 3 m, este presenta una leve tendencia de sus mayores valores de TsC en los puntos cardinales Sur y Oeste (sin embargo no son significativamente diferentes); además que los valores máximos y mínimos no sufren una gran variación en sus valores y que es la que se esperaba tenga el mejor comportamiento.

El distanciamiento de 3 x 3 m es el que presenta un comportamiento más uniforme, lo que es bueno para el proceso de aserrío.

Es interesante ver también en la gráfica que hay dos distanciamientos que tienen el mismo comportamiento en cada uno de sus puntos cardinales, aunque varíen con los valores respectivos. Estos son los casos de 3 x 3 m y 3,5 x 3,5 m.

Se puede observar que hay una tendencia de los cuatro distanciamientos a tener movimientos ascendentes de tensiones de crecimiento en el Sur y en el Oeste, esto para el distanciamiento de 3,5 x 3,5 m. Existe también una tendencia a la disminución en el Este, solo que para el caso de 6 x 2 m, esta es mínima.

De lo anterior se puede decir que los puntos de los árboles que podrán presentar mayores torceduras es el Oeste para todos los distanciamientos excepto 5 x 5 m.

El distanciamiento que presenta las mejores características de la distribución de fuerzas alrededor de la circunferencia es el de 3 x 3 m, lo cual se presenta como el mejor para aserrío.

**Cuadro 10.** Resumen de un ANOVA mediante un Modelo Lineal General para los distanciamientos de 3,5 x 3,5 m, 5 x 5 m, 6 x 2 m y 3 x 3 m, en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco, para Teca (*Tectona grandis*). Guanacaste, 2001.

Interacción	Grad Lib (g.l)	F	P
distanciamiento-calidad	3	3,20	0,023
distanciamiento- punto cardinal	9	2,17	0,022

Fuente: Anexo 10.

Del cuadro anterior se puede ver que las variables que presentan diferencias significativas son las interacciones de distanciamiento-calidad y distanciamiento-punto cardinal.

Es importante hacer mencionar que para Teca (*Tectona grandis*) no se encontró diferencias significativas en cuanto a la altura como factor solitario o en interacción con respecto a la primera y segunda troza, lo que es positivo para el procesamiento en aserrío, debido a que las fuerzas se mantienen más uniformes.

Al comparar los distanciamientos de siembra de 3,5 x 3,5 m y 3 x 3 m de Garza y Río Tabaco, se halló lo siguiente.

Hay que anotar que no existe diferencia significativa de las TsC para estos distanciamientos de siembra (Ver Cuadro 11), y que es solamente una tendencia, por lo que se muestra que el distanciamiento de siembra por si mismo, no es un factor limitante en cuanto al desarrollo de las TsC, como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 11.** Resultados de un análisis de una vía para la determinación de diferencias significativas de los distanciamientos de siembra para Teca (*Tectona grandis*) en los Proyectos Forestales Río Tabaco y Garza. Guanacaste, 2001.

<b>Factor</b>	<b>Grad Lib (g.l)</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Distanciamiento	3	2,48	0,060

Fuente: Anexo 18

Del cuadro anterior se puede ver que no existen diferencias significativas entre los distanciamientos en mención y que solo pueden ser explicados con un nivel de confianza del 94%.

## POCHOTE

El Cuadro 12 presenta los valores de promedio y desviación estándar para las TsC con diferencia significativa para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en el Proyecto Forestal Río Tabaco, en un distanciamiento de siembra de 3 x 3 m y otros factores (Ver Cuadro 14).

**Cuadro 12.** Valores promedio y desviación estándar para los factores altura y calidad, para las TsC de Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en el distanciamiento de 3 x 3 m en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

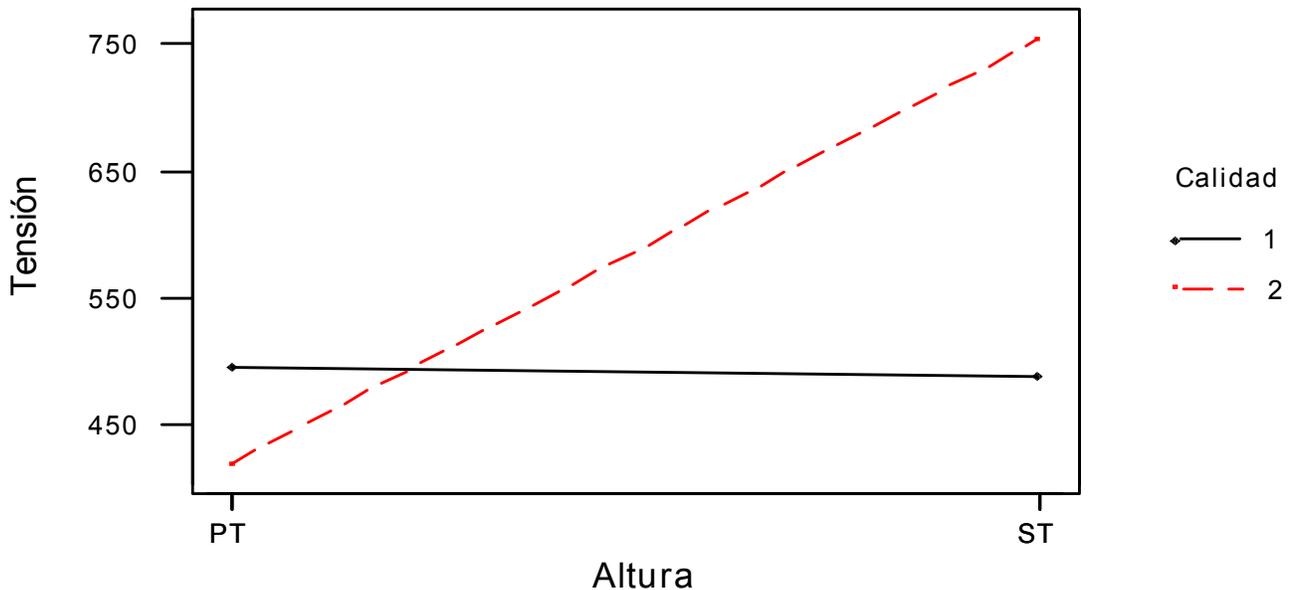
Factor		Promedio ( $\mu E$ )	Desviación estándar* ( $\mu E$ )
altura			
PT		458,0	49,0
ST		621,5	49,0
altura	calidad		
PT	1	496,0	69,3
ST		489,0	69,3
PT	2	420,0	69,3
ST		754,0	69,3

Fuente: Anexo 11.  
PT = Primera troza.  
ST = Segunda troza.

La figura 12 muestra la interacción entre los factores altura y calidad para la especie Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en un distanciamiento de siembra de 3 x 3 m en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Dicha interacción presenta un valor de  $P = 0,021$  (Ver Cuadro 13).

---

\* **Nota:** En el cuadro anterior para cumplir con el principio del modelo estadístico, las desviaciones estándar reportadas son iguales. Ver Anexos 34 y 35, donde se presentan las estadísticas descriptivas para cada uno de los factores.



**Figura 12.** Interacción de los factores altura y calidad como respuestas a las TsC en promedio para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en un distanciamiento de siembra de 3 x 3 m en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

De la figura anterior se puede observar que para los árboles de calidad 1 no hay diferencias en las TsC en promedio en la primera troza a comparación con la segunda troza.

Para los árboles de calidad 2 tenemos un comportamiento esperado ya que es la primera troza (PT) la que presenta menores TsC en promedio que la segunda troza (ST).

Comparando las diferentes alturas (PT y ST) de cada calidad encontramos un comportamiento interesante. Para los árboles de calidad 2 hay menores cantidades de TsC en promedio en la primera troza, aunque la diferencia con los árboles de calidad 1 es pequeña.

Para la segunda troza de los árboles de calidad 2 las TsC en promedio son mucho mayores que para la primera troza, por lo que se tendrá mayor problema con estas a la hora de aserrarlas debido a las posibles torceduras y rajaduras.

El Cuadro 13, muestra un cuadro resumen de los valores obtenidos al comparar mediante un Análisis de Varianza con un Modelo Lineal General el distanciamiento de 3 x 3 m en el Proyecto Forestal Río Tabaco, para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) de las variables que presentaron diferencias significativas.

**Cuadro 13.** Resumen del ANOVA mediante un Modelo Lineal General para el distanciamiento de 3 x 3 m y otros factores, en el Proyecto Forestal Río Tabaco, para Pochote (*Bombacopsis quinatum*). Guanacaste, 2001.

<b>Factor</b>	<b>Grad Lib (g.l)</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Altura	1	5,56	0,021
Altura - Calidad	1	6,05	0,017

Fuente: Anexo 11.

Del Cuadro anterior se puede observar que la variable altura está involucrada en forma individual y en interacción. En este caso es más pertinente explicar la interacción que tiene la variable altura con la variable calidad, que fue lo que se analizó anteriormente.

El Cuadro 14 presenta los valores de promedio y desviación estándar para la variable con diferencia significativa para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los distanciamiento de siembra de 6 x 4 m y 5 x 5 m en el Proyecto Forestal Garza (Ver Cuadro 15).

**Cuadro 14.** Valores de promedio y desviación estándar para las TsC de acuerdo al distanciamiento - punto cardinal, de Pochote (*Bombacopsis quinatum*), en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001.

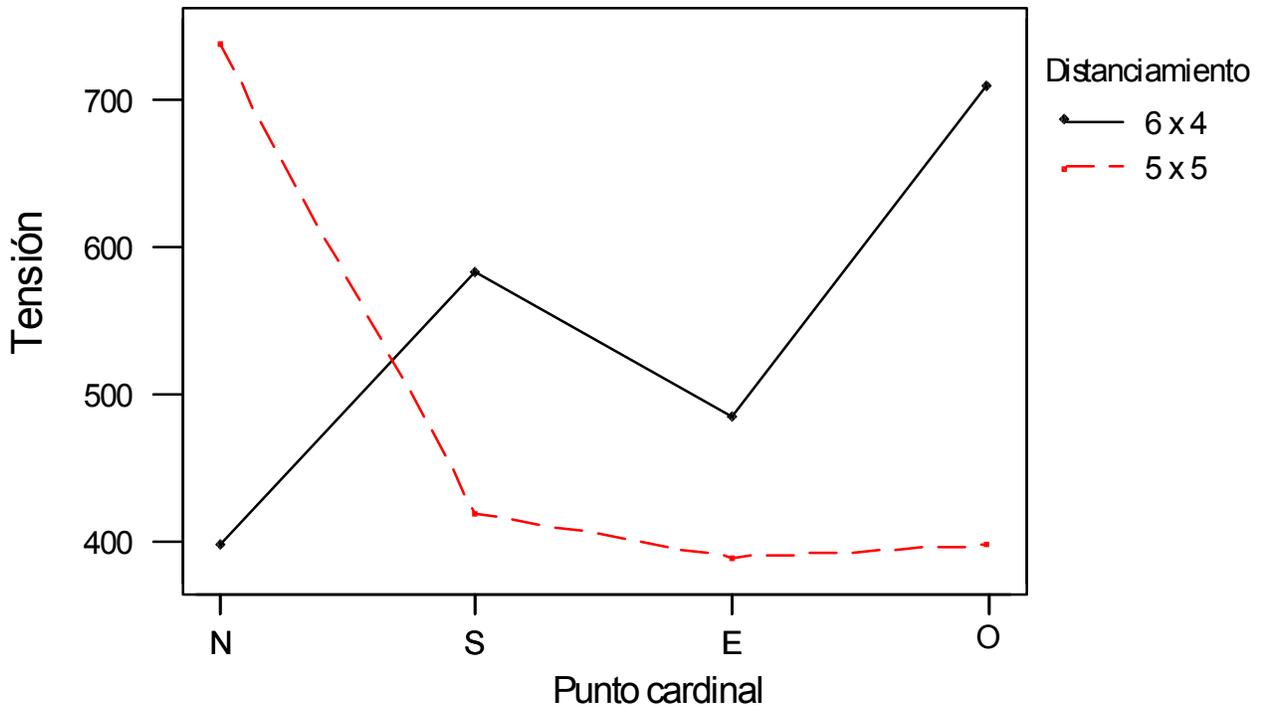
Interacción		Promedio ( $\mu E$ )	Desviación estándar* ( $\mu E$ )
distanciamiento	punto cardinal		
6 x 4	N	397,0	97,8
	S	583,0	97,8
	E	484,0	97,8
	O	710,0	97,8
5 x 5	N	737,0	97,8
	S	419,0	97,8
	E	388,5	97,8
	O	397,0	97,8

Fuente: Anexo 12.

La figura 13 muestra la interacción entre los factores espaciamiento y punto cardinal para la especie Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los distanciamientos de siembra de 6 x 4 m y 5 x 5 m, en el Proyecto Forestal Garza.

---

\* **Nota:** En el cuadro anterior para cumplir con el principio del modelo estadístico, las desviaciones estándar reportadas son iguales. Ver Anexo 33 y 36, donde se presentan las estadísticas descriptivas para cada uno de los factores.



**Figura 13.** Interacción entre los factores distanciamiento y punto cardinal para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los distanciamientos de siembra de 6 x 4 m y 5 x 5 m, en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001.

Esta es una interacción con un valor de  $P = 0,008$  (Ver Cuadro 15).

De la figura anterior se puede observar que existe uniformidad en cuanto a la distribución de las tensiones alrededor de la circunferencia de los árboles en los puntos cardinales del distanciamiento de 5 x 5 m, excepto por el Norte donde las tensiones son mucho mayores que en los otros.

En este caso el Norte tiene las mayores TsC en promedio debido a la presencia de pendientes en este punto cardinal, pese a que no se observó ninguna torcedura en los fustes a consecuencia de esto. Causa de esto podría ser también la presencia de ramas en el sector sur de los árboles. Esto será problemático para el procesamiento de aserrío.

En el caso del distanciamiento de 6 x 4 m se observa una mayor variabilidad de las fuerzas de tensión con mayores valores en los puntos cardinales Sur y Oeste. En este caso, el Sur se puede explicar por las entradas de luz que se tienen por el paso de un camino al frente del lote donde se ubicaron las parcelas. Esta mayor variabilidad será crítica al momento del aserrío.

Para el Oeste se puede deber a la apertura de claros dentro del mismo lote y por las pendientes ya que varios árboles estaban ubicados con pendientes aproximadas al 30% en ese punto cardinal.

El Cuadro 15, muestra un resumen del ANOVA con un Modelo de Lineal General de los distanciamientos de 6 x 4 m, 5 x 5 m y otros factores, en el Proyecto Forestal Garza, para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) de los factores que presentaron diferencias significativas (Ver Cuadro 16), que se ha discutido anteriormente.

**Cuadro 15.** Resumen del ANOVA con un Modelo Lineal General para los distanciamientos de 6 x 4 m, 5 x 5 m y otros factores, en el Proyecto Forestal Garza, para la especie Pochote (*Bombacopsis quinatum*). Guanacaste, 2001.

Interacción	Grad Lib (g.l)	F	P
distanciamiento - punto cardinal	3	4,11	0,008

Fuente: Anexo 12.

Del cuadro anterior se puede ver que el único factor que obtuvo diferencias significativas fue la interacción distanciamiento-punto cardinal.

En el siguiente cuadro se presentan los valores promedio y desviaciones estándar de las TsC de la interacción distanciamiento - punto cardinal que presentó diferencias significativas (Ver Cuadro 17) para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los distanciamientos de siembra de 6 x 4 m, 5 x 5 m y 3 x 3 m en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco.

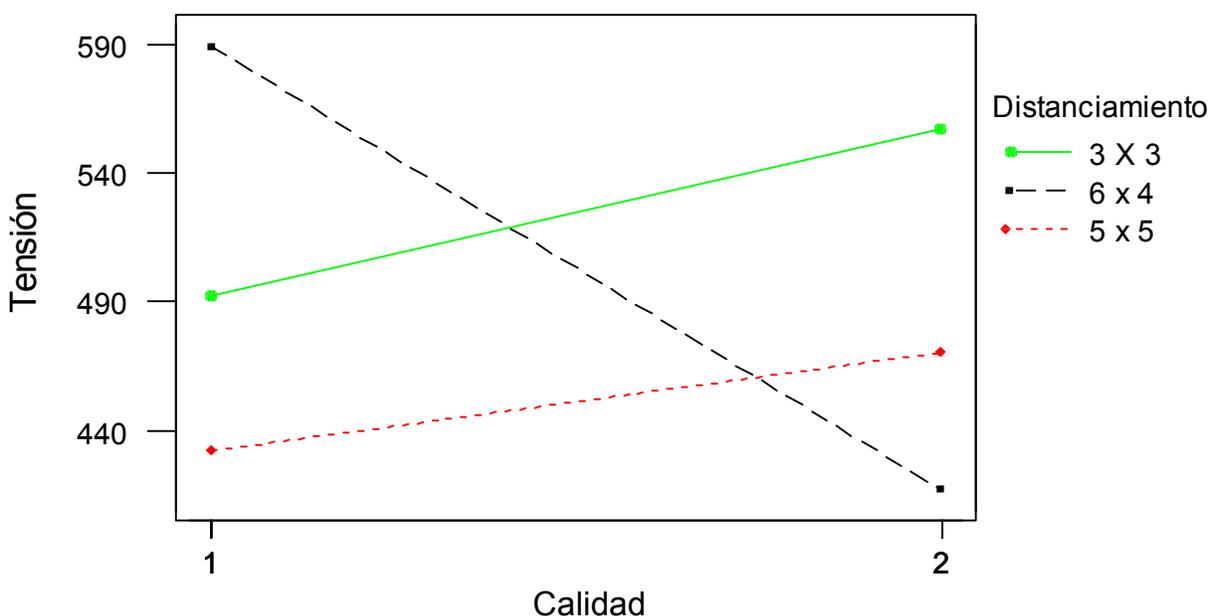
**Cuadro 16.** Valores de promedio y desviación estándar de las TsC para las interacciones distanciamiento - calidad, distanciamiento - punto cardinal y calidad - altura, para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

Interacción		Promedio ( $\mu E$ )	Desviación estándar* ( $\mu E$ )
<b>distanciamiento</b>	<b>calidad</b>		
3 x 3	1	492,5	49,6
	2	557,0	49,6
6 x 4	1	589,5	49,6
	2	417,0	49,6
5 x 5	1	432,0	49,6
	2	470,3	49,6
<b>distanciamiento</b>	<b>punto cardinal</b>		
3 x 3	N	458,0	70,2
	S	472,0	70,2
	E	614,0	70,2
	O	555,0	70,2
6 x 4	N	397,0	70,2
	S	469,0	70,2
	E	471,0	70,2
	O	676,0	70,2
5 x 5	N	687,0	70,2
	S	382,0	70,2
	E	388,5	70,2
	O	347,0	70,2
<b>calidad</b>	<b>altura</b>		
1	PT	541,0	40,5
	ST	468,3	40,5
2	PT	390,5	40,5
	ST	572,3	40,5

Fuente: Anexo 12.

\* **Nota:** En el cuadro anterior para cumplir con el principio del modelo estadístico, las desviaciones estándar reportadas son iguales. Ver Anexos 33-36, donde se presentan las estadísticas descriptivas para cada uno de los factores.

La siguiente figura presenta el comportamiento de las TsC para la interacción distanciamiento - calidad para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en tres distanciamientos distintos (3 x 3 m, 5 x 5 m y 6 x 4 m) en los Proyectos Forestales Río Tabaco y Garza.



**Figura 14.** Interacción distanciamiento-calidad para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en tres distanciamientos (3 x 3 m, 5 x 5 m y 6 x 4 m) en los Proyectos Forestales Río Tabaco y Garza. Guanacaste, 2001.

De la figura anterior se puede ver que el distanciamiento de 3 x 3 m y 5 x 5 m tienen menos tensiones de crecimiento en promedio para los árboles de calidad 1; a su vez, los árboles de calidad 2 de estos mismos distanciamientos son los que presentan mayores tensiones de crecimiento en promedio. ( $P = 0,034$ , ver Cuadro 17)

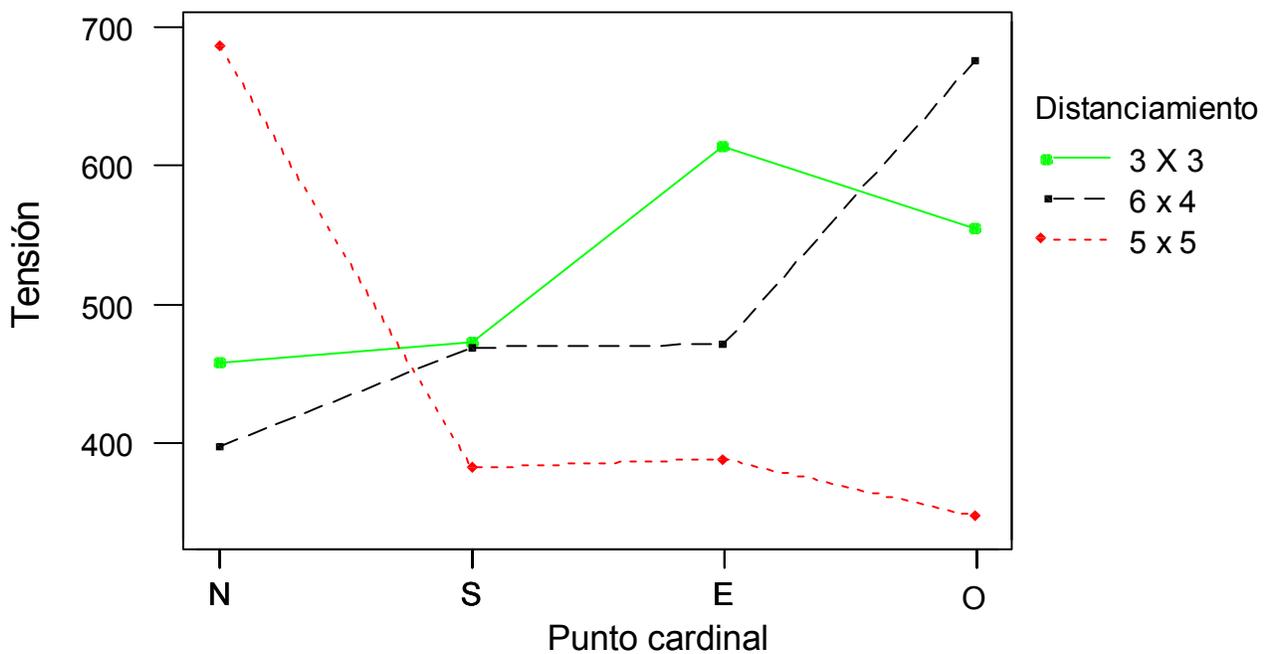
Se puede ver también que el distanciamiento de 6 x 4 m es el que presenta un comportamiento inverso con respecto a los otros dos distanciamientos, o sea, que los árboles de calidad 2 son los que presentan las menores TsC (similar resultado al de 6 x 2 m de Teca en el Proyecto Forestal Garza). Este comportamiento inverso merece realizar estudios adicionales.

Se observa también que los árboles que en total presentan las menores TsC son los de calidad 1 del distanciamiento de 5 x 5 m y los árboles calidad 2 del distanciamiento de 6 x 4 m.

En general, el distanciamiento que presenta la menor cantidad de TsC en promedio es el de 5 x 5 m, el cual presenta el mayor área de espaciamento ( $25 \text{ m}^2$ ), cabe destacar que este resultado también fue similar en Teca (*Tectona grandis*) de Garza.

Como otra observación, es importante hacer notar que el comportamiento del distanciamiento de 6 x 4 m es el mismo que se reportó en este mismo documento para Teca (*Tectona grandis*) en el distanciamiento de siembra de 6 x 2 m.

La figura 15 presenta la interacción que hay entre los puntos cardinales y los tres distanciamientos de siembra (3 x 3 m, 5 x 5 m y 6 x 4 m) para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco.



**Figura 15.** Interacción de los Puntos Cardinales con los tres distanciamientos de siembra (3 x 3 m, 5 x 5 m y 6 x 4 m) para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

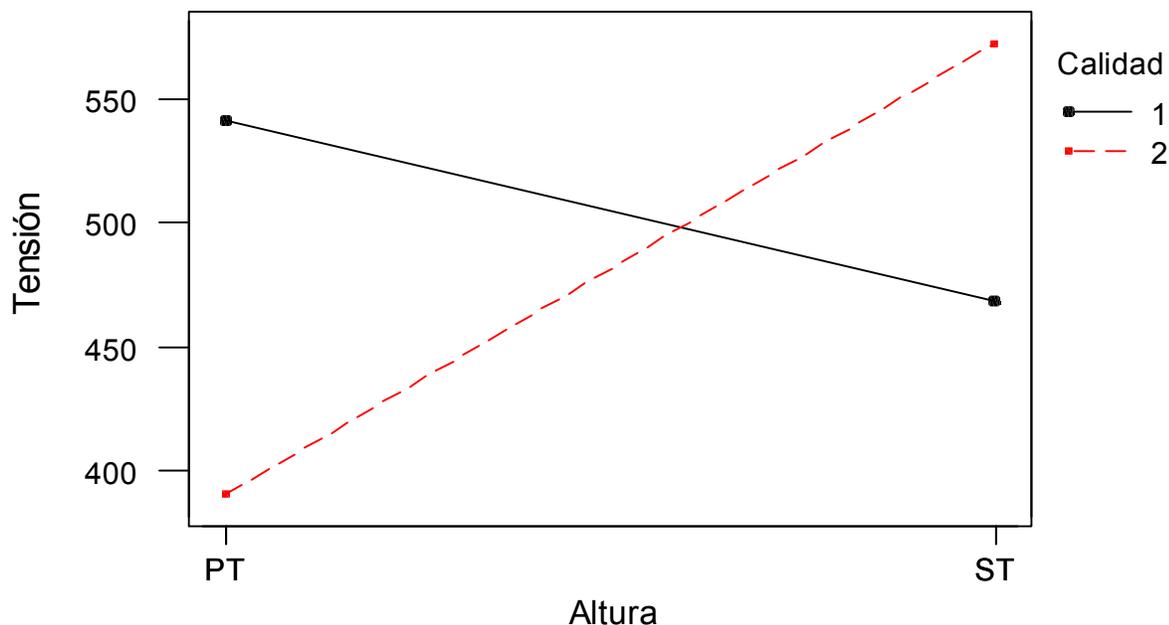
De la figura anterior se puede observar que el distanciamiento de 5 x 5 m, es el que presenta los menores valores de TsC en promedio ( $P = 0,001$ , Cuadro 15), a excepción del Norte donde se registran sus mayores valores. Podemos ver como entonces, las fuerzas están ampliamente distribuidas hacia el Norte. Cabe destacar que tanto el Sur como el Este presentan casi los mismos valores de TsC.

El distanciamiento de 6 x 4 m se comporta de manera distinta al de 5 x 5 m ya que este tiene su valor máximo en el Oeste y el menor en el Norte. Hay que observar que tiene una coincidencia con el distanciamiento de 5 x 5 m, y es que ambos tienen casi el mismo valor de tensiones de crecimiento en el Sur y en el Este. En este caso son mayores los valores del distanciamiento de 6 x 4 m.

Para el distanciamiento de 3 x 3 m, la situación es ligeramente distinta ya que los valores en éste son más escalonados. Sus mayores valores están en el este y en el Oeste, siendo mayor el primero en mención. Los valores de Norte y Sur presentan también cierta similitud de valores.

De los tres distanciamientos mencionados, se puede decir que el que tiene la mejor distribución de fuerzas alrededor de la circunferencia del árbol es el de 3 x 3.

La figura 16 presenta la interacción entre altura y calidad para los tres distanciamientos de siembra correspondientes a Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco.



**Figura 16.** Interacción entre altura y calidad para los tres distanciamientos de siembra (6 x 4 m, 5 x 5 m y 3 x 3 m) correspondientes a Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

De la figura anterior se puede observar que hay una tendencia que en los tres distanciamientos la primera troza de los árboles calidad 2 son los que presentan la menor cantidad de TsC, consecuentemente, las segundas trozas de la misma calidad son las que presentan mayores TsC ( $P = 0,002$ , ver Cuadro 17).

En general cuando hay diferencias entre la primera y segunda troza, es serio para el aserrío. Esto es similar a la variación alrededor de la circunferencia que en el caso de Pochote (*Bombacopsis quinatum*) también se presenta lo cual es doblemente crítico para el aserrío.

Realizado un ANOVA de una vía para las distintas alturas (PT y ST) de la calidad 1, no se encontró diferencias significativas entre ellas ( $P = 0,084$ ), como se puede ver en el Anexo 27.

Para el caso de los árboles de calidad 1 se tiene un comportamiento inverso, es decir que la primera troza de los árboles calidad 1 son los que presentan las mayores TsC.

Se hubiera esperado todo lo contrario, o sea, que los árboles de calidad 1, al menos en la primera troza, que fueran los que presentasen menores TsC.

Serán entonces las primeras trozas de los árboles calidad 2 las que se presume no tendrán problemas de torceduras a la hora de ser aserradas.

Habría que realizar una mayor investigación para poder explicar este resultado, dado que es inverso a lo esperado.

**Cuadro 17.** Resumen de un ANOVA mediante un Modelo Lineal General para los distanciamientos de 6 x 4 m, 5 x 5 m y 3 x 3 m, en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco, para Pochote (*Bombacopsis quinatum*). Guanacaste, 2001.

<b>Factor</b>	<b>Grad Lib (g.l)</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
distanciamiento-calidad	2	3,43	0,034
distanciamiento-punto cardinal	6	4,13	0,001
calidad-altura	1	9,87	0,002

Fuente: Anexo 13.

Del cuadro anterior se puede ver que los factores en los que se obtuvo diferencias significativas fueron las interacciones distanciamiento-calidad, distanciamiento-punto cardinal y calidad-altura.

## COMPARACIÓN TECA – POCHOTE

En el siguiente cuadro se puede ver una comparación entre los valores promedio de las TsC para Teca (*Tectona grandis*) y Pochote (*Bombacopsis quinatum*).

**Cuadro 18.** Valores promedio y desviación estándar para las TsC de Teca (*Tectona grandis*) Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

<b>Especie</b>	<b>Promedio (<math>\mu E</math>)</b>	<b>Desviación estándar (<math>\mu E</math>)</b>
Teca	397	354
Pochote	513	391

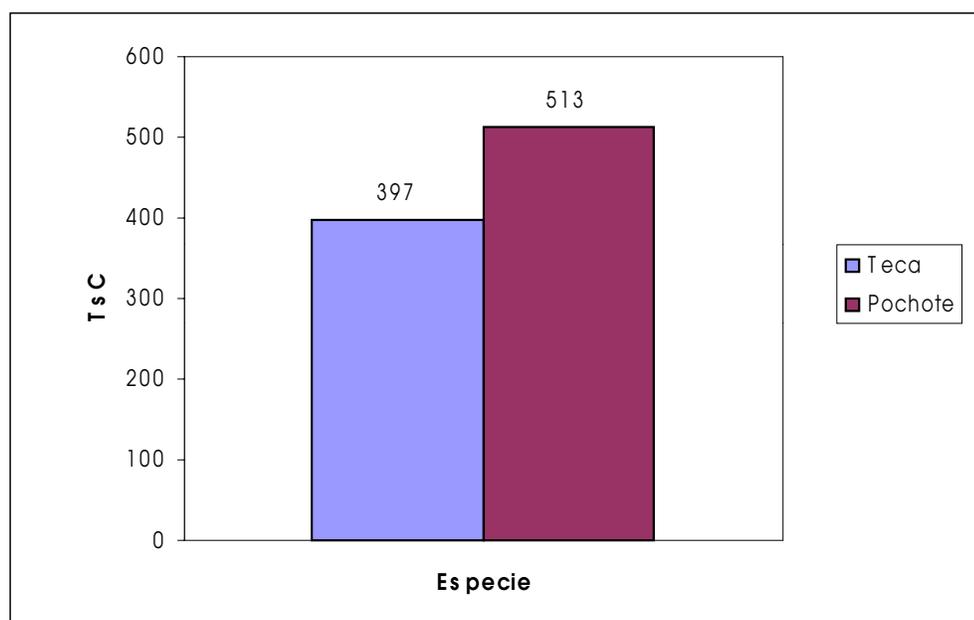
Fuente: Anexos 1-7

Del cuadro anterior se puede ver que Pochote es la especie que presenta más TsC que la Teca, esto más que todo debido a las condiciones propias de cada especie. Cabe destacar que el mayor valor en la desviación estándar en Pochote está dado por el menor número de repeticiones de esta especie, a comparación con Teca (*Tectona grandis*), como fue mencionado en otro apartado de este documento y una mayor variabilidad.

Según la literatura revisada se encontró que para Teca (*Tectona grandis*) de 39 años valores de micro deformaciones unitarias de 511 ( $\mu E$ ) para crecimiento lento y 497 ( $\mu E$ ) para rápido crecimiento, según Wahyudi *et al* (2001) con lo que el valor encontrado es menor, probablemente por la edad y las condiciones ambientales.

Estos resultados encontrados en la literatura se obtuvieron siguiendo una metodología similar a la implementada en esta investigación.

La siguiente figura ilustra mejor el resultado de los promedios generales de las TsC de cada especie.



**Figura 17.** Promedio general de las TsC para Teca (*Tectona grandis*) y Pochote (*Bombacopsis quinatum*). Guanacaste, 2001.

Se encontró diferencias significativas entre ambas especies ( $P = 0,000$ ), según un ANOVA de una vía al realizar una prueba de Tukey. (Anexo 28)

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Para Teca (*Tectona grandis*), en el Proyecto Forestal Garza, el distanciamiento formando interacción con otras variables fue determinante en las TsC.
2. Para Teca (*Tectona grandis*), en el Proyecto Forestal Garza, el distanciamiento de 6 x 2 m, presenta un comportamiento inverso a los demás distanciamientos. (menores TsC en árboles de calidad 2)
3. Para Teca (*Tectona grandis*), en cuanto a la interacción distanciamiento-calidad, a mayor distanciamiento de siembra, menos TsC.
4. Teca (*Tectona grandis*) presenta menores TsC que Pochote (*Bombacopsis quinatum*)
5. El distanciamiento por sí solo no explica las TsC. En el caso del distanciamiento de 3 x 3 m se deben de evaluar otros factores con el fin de obtener diferencias significativas que sean capaces de explicar las TsC.
6. Las interacciones más importantes son distanciamiento - punto cardinal y distanciamiento - calidad.
7. Investigar más a fondo el distanciamiento de 6 x 2 m en Teca (*Tectona grandis*) y 6 x 4 m en Pochote (*Bombacopsis quinatum*), para corroborar el comportamiento inverso.
8. Factores que afectan el desarrollo de las TsC son el viento, la luz y la pendiente.
9. Silviculturalmente, mejorar las actividades de siembra para reducir las torceduras en la base de los árboles para disminuir el efecto de las TsC en la parte más valiosa del árbol.
10. El comportamiento del distanciamiento de 3 x 3 m de Teca (*Tectona grandis*), en el Proyecto Forestal Río Tabaco, presenta menores TsC por calidad.
11. Para Teca (*Tectona grandis*), cuanto mejor es el árbol (Calidad 1), menores TsC, excepto para el distanciamiento de 6 x 2 m.

12. Las zonas de vida pueden afectar en cuanto al distanciamiento las TsC para Teca. (*Tectona grandis*)
13. Para Teca (*Tectona grandis*), el distanciamiento de siembra por si mismo no explica las TsC, sino que lo es su interacción con otros factores.
14. La condición de sitio es un factor limitante para la determinación de las TsC.
15. En los distintos distanciamientos evaluados para Teca (*Tectona grandis*) los puntos cardinales con mayores TsC son el Sur y el Oeste
16. Para Pochote (*Bombacopsis quinatum*), en ambos Proyectos Forestales, los factores en los que se obtuvo diferencias significativas fueron las interacciones distanciamiento-calidad, distanciamiento-punto cardinal y calidad-altura.
17. Para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) el distanciamiento de siembra de 5 x 5 m es el que presenta las menores TsC en cuanto a calidad.
18. Para Pochote (*Bombacopsis quinatum*), se tiene menos TsC en los árboles calidad 2 que en calidad 1.
19. Al comparar ambas especies a mayor altura en cualquier calidad de árbol, mayores TsC.
20. Para Teca (*Tectona grandis*) no se encontró diferencias significativas en cuanto a la altura como factor solitario o en interacción con respecto a la primera o segunda troza.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, R. Proyecto Forestal Garza. Inforest S.A. 1989. 40 p
- ALTUVE, L. 1987. Estudio tecnológico exploratorio y promocional de la Teca de aclareos (*Tectona grandis*). Universidad de los Andes (Ven.). Cuadernos Comodato ULA-MARNR. N° 11. 83 p.
- ARGUEDAS, M y TORRES, G. 1995. Especies Forestales de mayor utilización en Costa Rica. Segunda versión. Serie de apoyo académico N° 13. Escuela de Ingeniería Forestal, ITCR. Taller de Publicaciones del ITCR. Cartago, Costa Rica. Págs. 5-6 y 31-32.
- BOYD, J. 1980. Relationship between fibre morphology, growth strains and physical properties of wood. Aust. Para. Res. 10: 337-360 p.
- BURGER, R y FFOLLIOU, P. 1976. Factors affecting occurrence of compression wood in individual Ponderosa Pine trees. Wood. Sci. 8:201-208 p.
- CAMACHO, P y MURILLO, O. 1998. Evaluación de la calidad de plantaciones forestales. Serie de apoyo académico N° 27. 77p.
- CATIE. S.f. Consejos útiles para la siembra del Pochote (*Pochota quinata*). Madeleña. (desplegable)
- CATIE. 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central: resultados de cinco años de investigación. Serie técnica. Informe Técnico N° 86. Turrialba, Costa Rica. 228 p.
- CATIE, 1991. Pochote: *Bombacopsis quinatum* Jacq. Dugand, especie de árbol de uso múltiple en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico N° 173. Colección de guías silviculturales. CATIE. 68 p.
- CHAFE, S. 1979. Growth stress in trees. Aust. Para. Res. 9:203-223 p.
- CHAVES, E. 1989. Factores limitantes en el crecimiento de Teca (*Tectona grandis* L.f.) en la zona de Puntarenas, Costa Rica. Guía Agropecuaria. Costa Rica 7(14):64-66 p.
- CHAVES, E. y FONSECA, W. 1991. Teca (*Tectona grandis* L.f.) árbol de uso múltiple en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico N° 179. Colección de guías silviculturales. CATIE. 60 p.

- FERRAND, J.C. 1982a. Study of growth stresses 1. Measurement by mean of increment cores. *Ann Sci Para* 39(2): 109-142 p.
- FERRAND, JC. 1982b. Growth Stresses and Silviculture of Eucalypts. *Aust. Para. Res. Francia.* 13: 75-81 p.
- FLINTA, M. 1960. Prácticas de Plantación Forestal en América Latina. FAO. Montes N° 13; FAO. Cuadernos de Fomento Forestal N° 15. 499 p.
- GONZALEZ, M.E.; SLOOTEN, H.J. VAN DER; RICHTER; H.G. 1971. Maderas latinoamericanas. VII. *Calophyllum brasiliense*, *Couratari panamensis*, *Dendropanax arboreum* y *Bombacopsis sessilis*. Turrialba, Costa Rica. 21 (4): 466-477 p.
- GRUPO TECNOLOGÍA APROPIADA. 1984. Árboles para leña y madera combinados con cultivos anuales. Panamá, Panamá. GTA-RENARE/CATIE. 24 p.
- HOON, M y MALAN, F. 1992. Effect of Initial Spacing and Thinning on Some Wood Properties of *Eucalyptus grandis*. *South African Forestry Journal.* África del Sur. 163: 13-20 p.
- INSTITUTO METEREOLÓGICO DE COSTA RICA. 2001. Promedios Mensuales de Datos Climáticos. Estación Ferco Garza. N° 72135.
- INSTITUTO METEREOLÓGICO DE COSTA RICA. 2001. Promedios Mensuales de Datos Climáticos. Estación Nicoya. N° 72101.
- INSTITUTO METEREOLÓGICO DE COSTA RICA. 2001. Promedios Mensuales de Datos Climáticos. Estación Santa Cruz. N° 74003.
- JACOBS, M. 1938. The fibre tension of woody stems, with special reference to the genus *Eucalyptus*. Commonwealth Forestry Bureau, Australia, Bulletin N° 22. 37 p.
- KANE, M. 1989a. Control de malezas por la aplicación de herbicidas pre y post emergentes en plantaciones de *Bombacopsis quinatum*. Monterrey Forestal. Colombia. Informe de Investigación N° 2. 8 p.
- KANE, M. 1989b. Densidad de siembra para estacas enraizadas de *Bombacopsis quinatum*. Monterrey Forestal. Colombia. Informe de Investigación N° 4. 13 p.

- KEOGH, R. 1979. El futuro de la Teca en América Tropical; estudio sobre *Tectona grandis* en el Caribe, Centroamérica, Venezuela y Colombia. *Unasylla Italia*. 1(126):13-19 p.
- KITARA, R y WILKINS, A. 1991. Relationship between growth strain and rate of growth in 22 year-old *Eucalyptus grandis*. *Aust Para*. 54 (1 & 2). 95-98 p.
- KITARA, R y WILKINS, A. 1991. Silvicultural treatments and associated growth rates, growth strains and wood properties in 12.5 year-old *Eucalyptus grandis*. *Aust Para*. 54 (1 & 2). 99-104 p.
- KUBLER, H. 1988. Growth stresses in trees and related wood properties. *Forestry Abstracts*. 48(3): 131-189 p.
- KUBLER, H. 1988. Silvicultural control of mechanical stresses in trees. *Can. J. Para. Res*. 18: 1215-1225 p.
- LAURIE, M. 1975. Prácticas de plantación de árboles en la sabana africana. FAO: Cuadernos de Fomento Forestal N° 19. 203 p.
- LITTLE, E y DIXON, R. 1969. Árboles comunes de la provincia de Esmeraldas: estudio de preinversión para el desarrollo Forestal noroccidente. Informe Final. Roma, Italia, FAO. v.4, 53 p.
- MADERAS PRECIOSAS, 2001. Unidad de Planificación y Desarrollo. Fichas Técnicas Lotes: Cárdenas 1, Cárdenas 2, Cima 1 y 2, El Cruce, Simona 1ª, Grama, Palmar Nuevo y Palmar Viejo. 16p.
- MAGÍNI, E y TULSTRUP, N. 1968. Notas sobre semillas Forestales. FAO. Cuaderno de Fomento Forestal N° 5. 370 p.
- MALAN, F. 1991. Variation, association and inheritance of juvenile wood properties of *Eucalyptus grandis* with special reference to the effect of the rate of growth. *South African Paraestry Journal*. África del Sur. 157: 16-23 p.
- MOYA, R y SERRANO, J.R. 2000. Laboratorio de Tensiones de Crecimiento. Laboratorio de Tecnología de la Madera II. Escuela de Ingeniería Forestal. ITCR. 5 pag.
- NAVARRO P, MARTINEZ H. 1989. El Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en Costa Rica: Guía silvicultural para el establecimiento en plantaciones. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N° 142. 44 p.
- NICHOLSON, J. 1973. Growth stress differences in Eucalypts. *Forest Science*. 19: 169-174 p.

- PARRY, M. 1957. Métodos de plantación de bosques en África Tropical. FAO. Cuaderno de Fomento Forestal N° 8. 334 p.
- PAUL, H y MEAGHER, G. 1949. Growth quality study of Ponderosa Pine. West Coast Lumberman, 76: 82, 84, 93-94 p.
- PEÑA, M. 1981. La Teca (*Tectona grandis*) en Costa Rica. DGF. Costa Rica. Informe Divulgativo N° 34. 18 p.
- RAETS, G. 1964. Informe preliminar acerca del cultivo de *Tectona grandis* L.f. en la estación de Barinitas, Venezuela. Boletín Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación. Venezuela (14): 29-40 p.
- RECORD, S y HESS, R. 1943. Timber of the New World. New Haven, Conn., E.E.U.U., Yale Univ. Press. 640 p.
- ROBYNS, A. 1964. Flora of Panama. Pt. VI. Family 116. Bombacaceae. Ann. Missouri. Bot. Gard. E.E.U.U. 51: 37-68 p.
- ROSS, P. 1959. Teak in Trinidad. Economic Botany. E.E.U.U. 13(1): 3-40 p.
- SABORÍO, S y PORRAS, S. 1979. Características de algunas especies Forestales producidas bajo el programa de reforestación. San José, Costa Rica., Dirección General Forestal (D.G.F.) 9 p.
- SERRANO, J.R. 1999. Longitudinal growth strain effect on lumber warp from small yellow poplar logs. Ph.D. dissertation, Purdue University. 297 pp., West Lafayette, Indiana, E.E.U.U.
- SERRANO, J.R. 2000. Tensiones de crecimiento y su relación con la Calidad de la madera. Material Didáctico. Curso de Tecnología de la Madera 2. Cartago. Taller de Publicaciones, ITCR. 206 p.
- SILVERBORG, S; MAYORGA, L y CONEJOS, J. 1970. durabilidad relativa de algunas maderas venezolanas. Revista Forestal Venezolana, Venezuela. 13 (19-20):61-72 p.
- STREETS, R. 1962. Exotic Forest trees in the British Commonwealth. Oxford, G.B., Clarendon Press. 750 p.
- TORRES, L. 1972. Durabilidad relativa de la Teca (*Tectona grandis* L.f.) procedente de una plantación de la región de Barrinitas, Estado Barinas, Venezuela. Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes, Laboratorio Nacional de Productos Forestales. 14 p.

- TORRES, L y SILVERBORG, S. 1972. Estudio sobre la durabilidad natural de la Teca (*Tectona grandis* L.f.) mediante ensayos acelerados de "soil-blocks" en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales en Mérida, Venezuela. Boletín Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación Capacitación. Venezuela. 41-42:63-70 p.
- TORRES, S. 1992. Proyecto de Reforestación Río Tabaco. Multiservicios Agrícolas de Guanacaste S.A. 8 p.
- TUK, J. 1975. Investigación para la sustitución de la madera de Pochote (*Bombacopsis* sp) en la fabricación de encofrados. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 11 p.
- UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. LABORATORIO DE PRODUCTOS FORESTALES. 1979. Propiedades y uso de la madera de Teca (*Tectona grandis* L.f.) creciendo en Quepos, Costa Rica. San José, Costa Rica. 8 p.
- VARGAS, C. 1972. Datos sobre algunas maderas de Costa Rica. S.n.t. 4 p.
- WATTERSTON, K.1971. Growth of Teak under different edaphic conditions in Lancetilla Valley, Honduras. Turrialba, Costa Rica. 21(2):222-225 p.
- WAYIUDI, I, TAKASHI O, HADI, Y, YAMAMOTA, H, WATANABE, H y YOSHIDA, M. 2001. Relationship between released strain and growth rate in 39 year old *Tectona grandis* planted in Indonesia. *Holzforschung*. 55(2001) 63-66p.
- WEBB, B. 1980. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos Forestales de regiones tropicales y subtropicales. London, G.B., Overseas Development Administration. 275 p.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Datos de campo para la determinación de TsC en Teca (*Tectona grandis*) para un distanciamiento de 3 x 3 m. Guanacaste, 2001.

CALIDAD 1														
Rep	Alt	NI	NF	TsC	SI	SF	TsC	WI	WF	TsC	EI	EF	TsC	dap (cm)
1	PT	2242	2225	340	1890	1860	600	2336	2321	300	1478	1470	160	19,8
	ST	2907	2900	140	1900	1890	200	2545	2540	100	1492	1480	240	
2	PT	3305	3280	500	2695	2678	340	1695	1650	900	2295	2270	500	21,6
	ST	2530	2520	200	1745	1720	500	1527	1480	940	1880	1863	340	
3	PT	960	947	260	2050	2040	200	2552	2520	640	2265	2240	500	17,8
	ST	2145	2125	400	1200	1150	1000	2132	2110	440	1900	1870	600	
4	PT	730	720	200	1050	1038	240	545	532	260	1790	1778	240	18,0
	ST	2020	2005	300	1318	1300	360	1335	1330	100	2085	2080	100	
5	PT	2000	1990	200	1432	1425	140	2252	2242	200	1325	1310	300	25,2
	ST	473	470	60	475	470	100	2047	2040	140	1305	1295	200	
6	PT	1478	1450	560	1520	1511	180	1723	1715	160	765	750	300	20,1
	ST	2470	2450	400	1880	1870	200	910	875	700	2058	2048	200	
7	PT	1478	1470	160	1230	1192	760	2280	2275	100	1135	1130	100	16,5
	ST	1935	1880	1100	3100	3090	200	1530	1520	200	3000	2990	200	
8	PT	700	690	200	925	910	300	770	750	400	1600	1585	300	19,6
	ST	3168	3166	40	1400	1380	400	1330	1300	600	1200	1170	600	
9	PT	802	798	80	2345	2335	200	1475	1460	300	2350	2345	100	21,3
	ST	482	475	140	1090	1060	600	2450	2440	200	1180	1170	200	
10	PT	2475	2466	180	1762	1750	240	2310	2307	60	660	648	240	17,3
	ST	2100	2090	200	1130	1120	200	2732	2726	120	1450	1430	400	
CALIDAD 2														
Rep	Alt	NI	NF	TsC	SI	SF	TsC	WI	WF	TsC	EI	EF	TsC	dap (cm)
1	PT	1026	1010	320	1232	1210	440	2330	2315	300	2300	2290	200	20,6
	ST	2100	2078	440	1753	1745	160	1405	1402	60	955	933	440	
2	PT	1920	1900	400	1273	1260	260	3252	3240	240	1415	1395	400	20,5
	ST	1800	1780	400	800	765	700	1630	1580	1000	2030	1997	660	
3	PT	1009	998	220	946	932	280	2718	2705	260	907	902	100	20,2
	ST	1373	1357	320	1556	1540	320	665	650	300	1075	1053	440	
4	PT	1600	1585	300	2040	2010	600	2030	2010	400	1415	1400	300	16,9
	ST	940	932	160	1855	1853	40	940	915	500	1480	1473	140	
5	PT	1545	1535	200	1930	1900	600	1635	1600	700	470	445	500	25,0
	ST	1705	1700	100	955	935	400	760	750	200	1990	1960	600	
6	PT	1400	1362	760	965	945	400	1300	1285	300	1685	1670	300	21,0
	ST	2435	2420	300	2460	2430	600	1785	1755	600	1375	1370	100	
7	PT	2177	2160	340	1690	1670	400	2120	2100	400	1230	1200	600	14,3
	ST	2000	1960	800	2295	2281	280	1960	1930	600	1800	1773	540	
8	PT	2400	2375	500	1472	1468	80	2080	2070	200	1555	1525	600	19,6
	ST	3000	2995	100	2500	2460	800	1745	1742	60	1000	980	400	
9	PT	1600	1590	200	1445	1430	300	1565	1550	300	485	483	40	19,2
	ST	2455	2425	600	2590	2570	400	1600	1580	400	1605	1590	300	
10	PT	1300	1290	200	996	980	320	1520	1500	400	1615	1590	500	19,8
	ST	1342	1339	60	950	915	700	1743	1731	240	1000	985	300	

**Anexo 2.** Datos de campo para la determinación de TsC en Teca (*Tectona grandis*) para un distanciamiento de 6 x 2 m. Guanacaste, 2001.

CALIDAD 1														
Rep	Alt	NI	NF	TsC	SI	SF	TsC	WI	WF	TsC	EI	EF	TsC	dap (cm)
1	PT	2018	2000	360	1275	1245	600	1380	1350	600	1485	1460	500	28,6
	ST	1180	1165	300	2375	2370	100	2283	2280	60	2482	2413	1380	
2	PT	1535	1525	200	1400	1385	300	2485	2450	700	2283	2280	60	23,1
	ST	2525	2500	500	2400	2395	100	1706	1667	780	2360	2345	300	
3	PT	1385	1380	100	1660	1645	300	1290	1265	500	1700	1690	200	25,6
	ST	1840	1815	500	2290	2285	100	2355	2345	200	1280	1220	1200	
4	PT	1290	1260	600	1300	1275	500	1350	1300	1000	2145	2095	1000	20,0
	ST	2225	2210	300	2325	2313	240	2275	2256	380	1630	1600	600	
5	PT	2015	2000	300	1485	1475	200	2345	2335	200	1765	1755	200	22,1
	ST	1965	1940	500	1570	1565	100	2090	2070	400	1440	1430	200	
6	PT	800	710	1800	720	700	400	1205	1190	300	600	570	600	22,4
	ST	835	790	900	1280	1275	100	1365	1300	1300	1440	1435	100	
7	PT	1820	1800	400	1610	1580	600	1855	1850	100	1392	1380	240	29,1
	ST	1225	1220	100	960	955	100	970	958	240	940	925	300	
8	PT	1380	1375	100	2100	2085	300	2180	2140	800	790	760	600	19,7
	ST	2180	2140	800	2250	2200	1000	1800	1780	400	1972	1965	140	
9	PT	2065	2045	400	1266	1250	320	1869	1810	1180	1934	1905	580	28,6
	ST	1620	1613	140	1875	1855	400	830	817	260	1900	1880	400	
10	PT	1895	1885	200	1090	1015	1500	1905	1900	100	945	940	100	21,7
	ST	1400	1377	460	3150	3045	2100	1900	1765	2700	1480	1455	500	
CALIDAD 2														
Rep	Alt	NI	NF	TsC	SI	SF	TsC	WI	WF	TsC	EI	EF	TsC	dap (cm)
1	PT	1932	1920	240	1845	1835	200	1375	1345	600	2687	2650	740	23,0
	ST	1525	1520	100	1755	1740	300	1815	1800	300	2155	2120	700	
2	PT	2512	2500	240	2524	2521	60	800	785	300	1943	1926	340	33,4
	ST	1600	1585	300	2125	2115	200	2000	1987	260	1850	1830	400	
3	PT	1170	1155	300	2145	2125	400	1200	1180	400	2352	2340	240	24,3
	ST	2533	2517	320	1877	1855	440	960	950	200	1843	1830	260	
4	PT	1020	985	700	2120	2090	600	1445	1400	900	2235	2230	100	23,3
	ST	1510	1500	200	1742	1737	100	1530	1500	600	2735	2710	500	
5	PT	1865	1860	100	1990	1980	200	1425	1400	500	1130	1120	200	28,1
	ST	1125	1120	100	2331	2315	320	980	960	400	1400	1378	440	
6	PT	1475	1450	500	1900	1885	300	1840	1810	600	1500	1480	400	19,2
	ST	1070	1030	800	2195	2165	600	1225	1220	100	468	465	60	
7	PT	2110	2090	400	1360	1310	1000	800	795	100	2240	2230	200	18,7
	ST	1390	1385	100	882	855	540	935	900	700	1880	1860	400	
8	PT	1840	1805	700	1630	1600	600	1255	1210	900	1884	1870	280	26,6
	ST	2490	2480	200	1890	1875	300	1610	1600	200	2252	2220	640	
9	PT	1152	1120	640	2725	2720	100	2715	2680	700	2160	2140	400	22,1
	ST	2059	2044	300	1950	1930	400	1400	1390	200	2490	2475	300	
10	PT	2800	2785	300	1600	1590	200	2580	2550	600	1500	1480	400	20,8
	ST	1455	1435	400	1820	1805	300	2300	2275	500	1425	1420	100	

**Anexo 3.** Datos de campo para la determinación de TsC en Teca (*Tectona grandis*) para un distanciamiento de 3.5 x 3.5 m. Guanacaste, 2001.

CALIDAD 1														
Rep	Alt	NI	NF	TsC	SI	SF	TsC	WI	WF	TsC	EI	EF	TsC	dap (cm)
1	PT	1900	1895	100	1365	1350	300	1085	1050	700	800	790	200	25,1
	ST	1140	1122	360	1358	1325	660	1745	1735	200	2050	2030	400	
2	PT	1400	1375	500	1580	1575	100	1650	1630	400	1834	1810	480	22,6
	ST	1360	1340	400	1945	1925	400	1980	1960	400	2959	2950	180	
3	PT	2405	2390	300	2015	2005	200	1500	1485	300	2265	2240	500	24,6
	ST	1474	1460	280	2067	2040	540	1266	1258	160	1935	1925	200	
4	PT	1800	1785	300	1577	1555	440	1725	1713	240	2240	2230	200	23,5
	ST	2200	2190	200	1946	1925	420	2527	2507	400	1476	1464	240	
5	PT	2030	2000	600	1700	1680	400	2600	2590	200	1700	1680	400	21,8
	ST	2731	2709	440	1055	1040	300	2759	2750	180	1175	1160	300	
6	PT	2757	2750	140	2403	2400	60	2220	2200	400	1000	990	200	22,8
	ST	1525	1515	200	2500	2460	800	1670	1655	300	2900	2895	100	
7	PT	2218	2210	160	2565	2550	300	2362	2335	540	2563	2559	80	30,3
	ST	2585	2565	400	1600	1585	300	2610	2595	300	1540	1530	200	
8	PT	1600	1572	560	1321	1310	220	1722	1675	940	2100	2070	600	27,3
	ST	1653	1645	160	779	750	580	2160	2100	1200	1065	1050	300	
9	PT	1050	1010	800	2662	2630	640	2200	2185	300	2550	2545	100	30,0
	ST	1851	1840	220	1519	1513	120	1650	1630	400	1220	1200	400	
10	PT	2210	2198	240	2955	2930	500	1379	1375	80	1070	1050	400	26,6
	ST	1800	1740	1200	1868	1810	1160	2165	2150	300	2658	2652	120	
CALIDAD 2														
Rep	Alt	NI	NF	TsC	SI	SF	TsC	WI	WF	TsC	EI	EF	TsC	dap (cm)
1	PT	2463	2460	60	2000	1985	300	1322	1317	100	2167	2165	40	18,3
	ST	2015	2000	300	2400	2395	100	1160	1140	400	1765	1755	200	
2	PT	1140	1125	300	1780	1765	300	1730	1710	400	1270	1265	100	24,0
	ST	1805	1775	600	1440	1430	200	1940	1910	600	1851	1832	380	
3	PT	1900	1890	200	2145	2120	500	1247	1225	440	1447	1430	340	22,7
	ST	1890	1865	500	2460	2455	100	1880	1865	300	1540	1530	200	
4	PT	2195	2180	300	2090	2065	500	2525	2515	200	2120	2115	100	23,1
	ST	1970	1940	600	2625	2610	300	1705	1645	1200	2580	2555	500	
5	PT	2130	2120	200	2290	2280	200	2208	2200	160	2620	2615	100	18,5
	ST	1056	1040	320	2405	2373	640	2515	2490	500	1157	1130	540	
6	PT	2345	2315	600	2060	2042	360	2177	2100	1540	2100	2090	200	21,6
	ST	1590	1580	200	1129	1105	480	1600	1585	300	2570	2565	100	
7	PT	1940	1900	800	2800	2760	800	2890	2690	4000	2842	2840	40	19,4
	ST	1280	1265	300	1610	1600	200	1570	1372	3960	1115	1090	500	
8	PT	2105	2095	200	1805	1800	100	2362	2350	240	2100	2085	300	19,5
	ST	1900	1870	600	1334	1327	140	1700	1690	200	1893	1870	460	
9	PT	1980	1930	1000	3185	3085	2000	1458	1450	160	2023	2015	160	24,1
	ST	2554	2530	480	2005	1885	2400	1058	1040	360	860	855	100	
10	PT	1075	1050	500	1837	1802	700	2754	2749	100	2065	2035	600	19,8
	ST	2011	2005	120	1855	1850	100	1255	1248	140	2363	2355	160	

**Anexo 4.** Datos de campo para la determinación de TsC en Teca (*Tectona grandis*) para un distanciamiento de 5 x 5 m. Guanacaste, 2001.

CALIDAD 1														
Rep	Alt	NI	NF	TsC	SI	SF	TsC	WI	WF	TsC	EI	EF	TsC	dap (cm)
1	PT	1444	1410	680	1578	1565	260	1380	1360	400	1400	1377	460	18,9
	ST	1024	1004	400	2065	2040	500	812	801	220	2963	2956	140	
2	PT	1864	1855	180	1777	1767	200	1625	1612	260	1500	1475	500	16,6
	ST	1530	1515	300	1637	1629	160	1020	1008	240	1206	1189	340	
3	PT	1518	1487	620	2655	2645	200	860	842	360	1300	1269	620	23,5
	ST	2770	2750	400	2640	2620	400	2240	2205	700	1140	1110	600	
4	PT	1595	1579	320	1690	1678	240	1240	1228	240	1473	1460	260	21,1
	ST	1800	1756	880	1165	1149	320	2464	2455	180	1971	1965	120	
5	PT	1235	1215	400	1305	1300	100	1471	1460	220	1326	1320	120	20,3
	ST	971	952	380	2035	2025	200	1521	1503	360	1460	1443	340	
6	PT	919	900	380	1430	1418	240	1690	1680	200	720	715	100	19,1
	ST	2568	2557	220	1650	1640	200	865	844	420	2777	2736	820	
7	PT	2100	2082	360	2005	2000	100	1230	1215	300	630	610	400	20,4
	ST	755	710	900	1500	1495	100	2568	2543	500	1128	1120	160	
8	PT	1965	1950	300	2560	2545	300	2546	2525	420	2543	2525	360	24,7
	ST	2315	2296	380	3455	3450	100	2804	2780	480	2037	2030	140	
9	PT	1065	1040	500	1790	1770	400	670	635	700	460	450	200	20,6
	ST	1510	1507	60	1300	1270	600	1805	1780	500	1785	1777	160	
10	PT	2091	2060	620	1771	1745	520	1730	1700	600	1675	1650	500	15,9
	ST	1710	1673	740	1430	1418	240	3094	3065	580	2595	2555	800	
CALIDAD 2														
Rep	Alt	NI	NF	TsC	SI	SF	TsC	WI	WF	TsC	EI	EF	TsC	dap (cm)
1	PT	1531	1523	160	2085	2075	200	2075	2060	300	2272	2250	440	20,8
	ST	1334	1300	680	1260	1240	400	1417	1400	340	1943	1900	860	
2	PT	858	846	240	2070	2037	660	1631	1618	260	2191	2170	420	23,5
	ST	2500	2465	700	765	760	100	2850	2840	200	2000	1970	600	
3	PT	1960	1930	600	1375	1363	240	875	860	300	2623	2607	320	22,1
	ST	2105	2097	160	865	860	100	2085	2065	400	2425	2405	400	
4	PT	2070	2060	200	1756	1750	120	1110	1090	400	1468	1434	680	19,4
	ST	2251	2231	400	2304	2290	280	650	628	440	820	802	360	
5	PT	1700	1679	420	1005	995	200	1235	1205	600	1335	1325	200	16,0
	ST	2473	2460	260	2115	2100	300	1872	1860	240	1915	1890	500	
6	PT	3140	3100	800	1895	1880	300	1230	1200	600	1356	1320	720	22,5
	ST	1975	1930	900	1413	1380	660	2176	2164	240	2500	2470	600	
7	PT	1375	1363	240	982	972	200	1509	1490	380	1445	1434	220	23,4
	ST	630	610	400	1900	1877	460	1711	1700	220	2300	2292	160	
8	PT	3400	3380	400	2130	2125	100	1833	1819	280	940	912	560	18,5
	ST	705	655	1000	1906	1903	60	1085	1055	600	2673	2640	660	
9	PT	1435	1425	200	1227	1215	240	1255	1240	300	1429	1390	780	21,1
	ST	1630	1625	100	2095	2088	140	1250	1241	180	1760	1720	800	
10	PT	840	825	300	1270	1255	300	1575	1550	500	1239	1220	380	15,9
	ST	2967	2950	340	1878	1859	380	1651	1635	320	724	700	480	

**Anexo 5.** Datos de campo para la determinación de TsC para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en un distanciamiento de 3 x 3 m. Guanacaste, 2001.

<b>CALIDAD 1</b>														
Rep	Alt	NI	NF	TsC	SI	SF	TsC	WI	WF	TsC	EI	EF	TsC	dap (cm)
1	PT	1805	1780	500	1816	1780	720	1500	1490	200	740	700	800	22,0
	ST	2090	2085	100	3140	3115	500	2290	2250	800	2800	2795	100	
2	PT	2280	2250	600	1726	1700	520	1713	1700	260	1218	1202	320	22,0
	ST	1875	1857	360	2335	2320	300	500	470	600	800	750	1000	
3	PT	1583	1550	660	1465	1433	640	1070	1035	700	735	690	900	27,0
	ST	485	475	200	830	800	600	1620	1610	200	755	740	300	
4	PT	1275	1250	500	1490	1480	200	1825	1800	500	1500	1460	800	23,4
	ST	2800	2780	400	3500	3450	1000	2182	2170	240	540	510	600	
5	PT	724	715	180	890	860	600	1060	1050	200	1410	1404	120	18,0
	ST	2840	2833	140	2500	2483	340	2540	2500	800	1000	940	1200	
<b>CALIDAD 2</b>														
Rep	Alt	NI	NF	TsC	SI	SF	TsC	WI	WF	TsC	EI	EF	TsC	dap (cm)
1	PT	525	500	500	662	635	540	1300	1270	600	1326	1300	520	29,3
	ST	1320	1275	900	1019	1010	180	1945	1930	300	2010	1960	1000	
2	PT	860	845	300	2100	2090	200	2060	2031	580	1035	1010	500	20,7
	ST	2060	2035	500	2754	2730	480	1365	1340	500	3050	3016	680	
3	PT	1742	1730	240	1905	1890	300	1890	1865	500	1592	1575	340	20,0
	ST	1050	1000	1000	1250	1220	600	1980	1910	1400	1530	1470	1200	
4	PT	1845	1825	400	1047	1030	340	1495	1483	240	2565	2530	700	32,8
	ST	1620	1570	1000	3500	3460	800	2293	2263	600	1390	1350	800	
5	PT	1430	1415	300	470	450	400	800	780	400	1885	1860	500	27,6
	ST	1445	1426	380	2240	2231	180	2400	2360	800	2255	2226	580	

**Anexo 6.** Datos de campo para la determinación de TsC para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en un distanciamiento de 6 x 4 m. Guanacaste, 2001.

<b>CALIDAD 1</b>														
Rep	Alt	NI	NF	TsC	SI	SF	TsC	WI	WF	TsC	EI	EF	TsC	dap (cm)
1	PT	2625	2610	300	2311	2259	1040	1732	1660	1440	2031	2021	200	24,8
	ST	1983	1930	1060	1979	1927	1040	1800	1740	1200	1460	1410	1000	
2	PT	2077	2065	240	2050	2015	700	2166	2085	1620	1882	1836	920	26,2
	ST	1923	1898	500	1477	1461	320	1560	1541	380	1034	1024	200	
3	PT	1052	1031	420	1435	1420	300	1759	1740	380	1850	1828	440	41,2
	ST	2095	2080	300	1455	1441	280	1015	965	1000	2181	2121	1200	
4	PT	1240	1200	800	990	960	600	1300	1240	1200	1282	1277	100	27,2
	ST	1522	1515	140	1633	1601	640	1628	1617	220	1152	1125	540	
5	PT	1748	1720	560	1460	1445	300	1162	1125	740	1500	1495	100	32,1
	ST	1990	1982	160	1802	1790	240	1796	1768	560	2010	2000	200	
<b>CALIDAD 2</b>														
Rep	Alt	NI	NF	TsC	SI	SF	TsC	WI	WF	TsC	EI	EF	TsC	dap (cm)
1	PT	2000	1975	500	1145	1002	2860	2176	2173	60	2650	2633	340	35,0
	ST	2349	2323	520	1385	1380	100	1630	1617	260	1477	1468	180	
2	PT	2300	2285	300	1373	1370	60	1350	1345	100	1755	1720	700	37,4
	ST	1059	1054	100	1892	1880	240	2173	2145	560	1825	1820	100	
3	PT	905	900	100	1950	1920	600	1100	1070	600	1088	1080	160	30,8
	ST	1470	1462	160	1090	1061	580	1672	1660	240	1745	1728	340	
4	PT	1835	1826	180	960	955	100	1750	1719	620	659	658	20	42,2
	ST	1059	1026	660	2162	2155	140	2236	2219	340	1916	1845	1420	
5	PT	2280	2250	600	1060	1030	600	1189	1154	700	2325	2311	280	27,2
	ST	1065	1048	340	1704	1650	1080	1380	1320	1200	1739	1690	980	

**Anexo 7.** Datos de campo para la determinación de TsC en Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en un distanciamiento de 5 x 5 m. Guanacaste, 2001.

CALIDAD 1														
Rep	Alt	NI	NF	TsC	SI	SF	TsC	WI	WF	TsC	EI	EF	TsC	dap (cm)
1	PT	1164	1100	1280	1867	1845	440	1745	1736	180	1871	1788	1660	22,3
	ST	870	836	680	1164	1160	80	767	758	180	660	650	200	
2	PT	995	990	100	900	885	300	1248	1245	60	878	864	280	27,0
	ST	1300	1242	1160	1302	1288	280	1710	1700	200	1361	1348	260	
3	PT	635	600	700	1592	1552	800	1154	1125	580	1410	1390	400	24,7
	ST	1650	1644	120	1219	1215	80	1490	1480	200	1530	1519	220	
4	PT	2190	2184	120	1452	1415	740	1446	1430	320	2170	2154	320	28,7
	ST	1172	1140	640	932	915	340	2928	2912	320	2800	2780	400	
5	PT	1300	1238	1240	1666	1640	520	1210	1180	600	2360	2335	500	24,8
	ST	1791	1750	820	1228	1226	40	3040	3032	160	2260	2222	760	
CALIDAD 2														
Rep	Alt	NI	NF	TsC	SI	SF	TsC	WI	WF	TsC	EI	EF	TsC	dap (cm)
1	PT	1133	1091	840	1862	1843	380	1841	1822	380	1170	1125	900	30,2
	ST	1950	1879	1420	2712	2684	560	2477	2466	220	1563	1525	760	
2	PT	929	860	1380	855	850	100	1626	1607	380	1655	1635	400	18,5
	ST	715	702	260	1237	1225	240	1370	1366	80	2292	2280	240	
3	PT	2510	2500	200	615	590	500	2010	2008	40	1551	1451	2000	17,6
	ST	1270	1219	1020	1761	1754	140	1921	1870	1020	1470	1460	200	
4	PT	1210	1195	300	1195	1172	460	1800	1775	500	1912	1895	340	31,5
	ST	1630	1609	420	1217	1215	40	788	783	100	2010	2002	160	
5	PT	1782	1750	640	1500	1475	500	1168	1150	360	1143	1137	120	22,4
	ST	2370	2300	1400	835	800	700	1250	1229	420	1472	1470	40	

**Anexo 8.** Modelo Lineal General para Teca (*Tectona grandis*) en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

Modelo Lineal General

Factor	Niveles	Valor
calidad	2	1 2
altura	2	PT ST
punto cardinal	4	N S E O

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
calidad	1	122103	122102	122102	2,46	0,119
altura	1	49702	49702	49702	1,00	0,319
punto cardinal	3	102167	102168	34056	0,69	0,562
calidad * altura	1	3	3	3	0,00	0,994
calidad * punto cardinal	3	13587	13587	4529	0,09	0,965
altura * punto cardinal	3	16268	16268	5423	0,11	0,955
calidad* altura * punto cardinal	3	7408	7408	2469	0,05	0,985
Error	144	7157160	7157160	49702		
Total	159	7468397				

Promedio para Tensión

calidad		Promedio	Desv Est
		( $\mu E$ )	( $\mu E$ )
<b>1</b>		<b>316,2</b>	<b>24,93</b>
2		371,5	24,93
altura			
	PT	326,3	24,93
	ST	361,5	24,93
punto cardinal			
	N	309,5	35,25
	S	376,0	35,25
	E	332,0	35,25
	O	358,0	35,25
calidad	altura		
1	PT	298,5	35,25
1	ST	334,0	35,25
2	PT	354,0	35,25
2	ST	389,0	<b>35,25</b>

Continuación Anexo 8.

calidad	punto cardinal		Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
1	N		283,0	49,85
	S		348,0	49,85
	E		291,0	49,85
	O		343,0	49,85
2	N		336,0	49,85
	S		404,0	49,85
	E		373,0	49,85
	O		373,0	49,85
altura	punto cardinal			
PT	N		306,0	49,85
	S		344,0	49,85
	E		314,0	49,85
	O		341,0	49,85
ST	N		313,0	49,85
	S		408,0	49,85
	E		350,0	49,85
	O		375,0	49,85
calidad	altura	punto cardinal		
1	PT	N	268,0	70,50
		S	320,0	70,50
		E	274,0	70,50
		O	332,0	70,50
	ST	N	298,0	70,50
		S	376,0	70,50
		E	308,0	70,50
		O	354,0	70,50
2	PT	N	344,0	70,50
		S	368,0	70,50
		E	354,0	70,50
		O	350,0	70,50
	ST	N	328,0	70,50
		S	440,0	70,50
		E	392,0	70,50
		O	396,0	70,50

**Anexo 9.** Modelo Lineal General para Teca (*Tectona grandis*) en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001.

Modelo Lineal General

Factor	Niveles	Valores			
distanciamiento	3	5 x 5	6 x 2	3,5 x 3,5	
calidad	2	1		2	
altura	2	PT		ST	
punto cardinal	4	N	S	E	O

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	Seq SS	Adj SS	Adj		P
distanciamiento	2	319505	319505	159752	1,06	0,346
calidad	1	6601	6601	6601	0,04	0,834
altura	1	21068	21068	21068	0,14	0,708
punto cardinal	3	1144343	1144343	381448	2,54	0,056
distanciamiento * calidad	2	1133772	1133772	566886	3,77	0,024
distanciamiento * altura	2	62415	62415	31208	0,21	0,813
distanciamiento * punto cardinal	6	2140015	2140015	356669	2,37	0,029
calidad * altura	1	51668	51667	51667	0,34	0,558
calidad * punto cardinal	3	124416	124416	41472	0,28	0,843
altura * punto cardinal	3	55096	55096	18365	0,12	0,947
distanciamiento * calidad * altura	2	94055	94055	47027	0,31	0,732
distanciamiento * calidad * punto cardinal	6	1029642	1029642	171607	1,14	0,337
distanciamiento * altura * punto cardinal	6	129052	129052	21509	0,14	0,990
calidad * altura * punto cardinal	3	155709	155709	51903	0,35	0,793
distanciamiento * calidad * altura * punto cardinal	6	487758	487758	81293	0,54	0,777
Error	432	64932680	64932680	150307		
Total	479	71887792				

Continuación Anexo 9.  
Promedio para Tensión

distanciamiento		Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
5 x 5		378,7	30,65
6 x 2		437,4	30,65
3,5 x 3,5		428,5	30,65
calidad			
1		411,2	25,03
2		418,6	25,03
altura			
PT		408,3	25,03
ST		421,5	25,03
punto cardinal			
N		409,7	35,39
S		385,0	35,39
E		369,2	35,39
O		495,7	35,39
distanciamiento	calidad		
5 x 5	1	367,8	43,35
	2	389,7	43,35
6 x 2	1	496,5	43,35
	2	378,3	43,35
3,5 x 3,5	1	369,3	43,35
	2	487,7	43,35
distanciamiento	altura		
5 x 5	PT	361,2	43,35
	ST	396,3	43,35
6 x 2	PT	446,5	43,35
	ST	428,2	43,35
3,5 x 3,5	PT	417,0	43,35
	ST	440,0	43,35
distanciamiento	punto cardinal		
5 x 5	N	438,0	61,30
	S	270,5	61,30
	E	432,0	61,30
	O	374,5	61,30
6 x 2	N	397,5	61,30
	S	413,0	61,30
	E	407,5	61,30
	O	531,5	61,30
3,5 x 3,5	N	393,5	61,30
	S	471,5	61,30
	E	268,0	61,30
	O	581,0	61,30

Continuación Anexo 9.

calidad	altura	Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )	
1	PT	394,2	35,39	
	ST	428,2	35,39	
2	PT	422,3	35,39	
	ST	414,8	35,39	
calidad	punto cardinal			
1	N	425,7	50,05	
	S	386,3	50,05	
	E	365,7	50,05	
	O	467,0	50,05	
2	N	393,7	50,05	
	S	383,7	50,05	
	E	372,7	50,05	
	O	524,3	50,05	
altura	punto cardinal			
PT	N	406,0	50,05	
	S	378,7	50,05	
	E	346,0	50,05	
	O	502,3	50,05	
ST	N	413,3	50,05	
	S	391,3	50,05	
	E	392,3	50,05	
	O	489,0	50,05	
distanciamiento	calidad	altura		
5 x 5	1	PT	353,5	61,30
		ST	382,0	61,30
	2	PT	369,0	61,30
		ST	410,5	61,30
6 x 2	1	PT	476,0	61,30
		ST	517,0	61,30
	2	PT	417,0	61,30
		ST	339,5	61,30
3,5 x 3,5	1	PT	353,0	61,30
		ST	385,5	61,30
	2	PT	481,0	61,30
		ST	494,5	61,30

Continuación Anexo 9.

distanciamiento	calidad	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
5 x 5	1	N	451,0	86,69
		S	269,0	86,69
		E	357,0	86,69
		O	394,0	86,69
	2	N	425,0	86,69
		S	272,0	86,69
		E	507,0	86,69
		O	355,0	86,69
6 x 2	1	N	448,0	86,69
		S	468,0	86,69
		E	460,0	86,69
		O	610,0	86,69
	2	N	347,0	86,69
		S	358,0	86,69
		E	355,0	86,69
		O	453,0	86,69
3,5 x 3,5	1	N	378,0	86,69
		S	422,0	86,69
		E	280,0	86,69
		O	397,0	86,69
	2	N	409,0	86,69
		S	521,0	86,69
		E	256,0	86,69
		O	765,0	86,69
distanciamiento	altura	punto cardinal		
5 x 5	PT	N	396,0	86,69
		S	256,0	86,69
		E	412,0	86,69
		O	381,0	86,69
	ST	N	480,0	86,69
		S	285,0	86,69
		E	452,0	86,69
		O	368,0	86,69
6 x 2	PT	N	429,0	86,69
		S	434,0	86,69
		E	369,0	86,69
		O	554,0	86,69
	ST	N	366,0	86,69
		S	392,0	86,69
		E	446,0	86,69
		O	509,0	86,69

Continuación Anexo 9.

distanciamiento	altura	punto cardinal		Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )	
3,5 x 3,5	PT	N		393,0	86,69	
		S		446,0	86,69	
		E		257,0	86,69	
		O		572,0	86,69	
	ST	N		394,0	86,69	
		S		497,0	86,69	
		E		279,0	86,69	
		O		590,0	86,69	
calidad	altura	punto cardinal				
1	PT	N		417,3	70,78	
		S		358,0	70,78	
		E		358,7	70,78	
		O		442,7	70,78	
	ST	N		434,0	70,78	
		S		414,7	70,78	
		E		372,7	70,78	
		O		491,3	70,78	
2	PT	N		394,7	70,78	
		S		399,3	70,78	
		E		333,3	70,78	
		O		562,0	70,78	
	ST	N		392,7	70,78	
		S		368,0	70,78	
		E		412,0	70,78	
		O		486,7	70,78	
distanciamiento	calidad	altura	punto cardinal			
5 x 5	1	PT	N		436,0	122,60
			S		256,0	122,60
			E		352,0	122,60
			O		370,0	122,60
		ST	N		466,0	122,60
			S		282,0	122,60
			E		362,0	122,60
			O		418,0	122,60
	2	PT	N		356,0	122,60
			S		256,0	122,60
			E		472,0	122,60
			O		392,0	122,60
		ST	N		494,0	122,60
			S		288,0	122,60
			E		542,0	122,60
			O		318,0	122,60

Continuación Anexo 9.

distanciamiento	calidad	altura	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
6 x 2	1	PT	N	446.0	122.60
			S	502.0	122.60
			E	408.0	122.60
			O	548.0	122.60
		ST	N	450.0	122.60
			S	434.0	122.60
			E	512.0	122.60
			O	672.0	122.60
	2	PT	N	412.0	122.60
			S	366.0	122.60
			E	330.0	122.60
			O	560.0	122.60
		ST	N	282.0	122.60
			S	350.0	122.60
			E	380.0	122.60
			O	346.0	122.60
3,5 x 3,5	1	PT	N	370.0	122.60
			S	316.0	122.60
			E	316.0	122.60
			O	410.0	122.60
		ST	N	386.0	122.60
			S	528.0	122.60
			E	244.0	122.60
			O	384.0	122.60
	2	PT	N	416.0	122.60
			S	576.0	122.60
			E	198.0	122.60
			O	734.0	122.60
		ST	N	402.0	122.60
			S	466.0	122.60
			E	314.0	122.60
			O	796.0	122.60

**Anexo 10.** Modelo Lineal General para los distintos distanciamientos de siembra de Teca (*Tectona grandis*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

Modelo Lineal General

Factor	Niveles	Valores			
distanciamiento	4	3 X 3	5 x 5	6 x 2	3,5 x 3,5
calidad	2	1 2			
altura	2	PT ST			
punto cardinal	4	N	S	E	O

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
distanciamiento	3	924425	924425	308142	2,46	0,062
calidad	1	60062	60063	60063	0,48	0,489
altura	1	56250	56250	56250	0,45	0,503
punto cardinal	3	937995	937995	312665	2,50	0,059
distanciamiento*calidad	3	1202413	1202413	400804	3,20	0,023
distanciamiento*altura	3	76935	76935	25645	0,20	0,893
distanciamiento*punto cardinal	9	2448530	2448530	272059	2,17	0,022
calidad*altura	1	39063	39063	39063	0,31	0,577
calidad*punto cardinal	3	78852	78852	26284	0,21	0,889
altura*punto cardinal	3	48515	48515	16172	0,13	0,943
distanciamiento*calidad*altura	3	106662	106662	35554	0,28	0,837
distanciamiento*calidad*punto cardinal	9	1088792	1088792	120977	0,97	0,467
distanciamiento*altura*punto cardinal	9	151900	151900	16878	0,13	0,999
calidad*altura*punto cardinal	3	106073	106073	35358	0,28	0,838
distanciamiento*calidad*altura*punto cardinal	9	544802	544802	60534	0,48	0,886
Error	576	72089840	72089840	125156		
Total	639	79961110				

Continuación Anexo 10.

Promedio para Tensión

distanciamiento		Promedio ( $\mu E$ )	Desv Est ( $\mu E$ )
3 X 3		343,9	27,97
5 x 5		378,7	27,97
6 x 2		437,4	27,97
3,5 x 3,5		428,5	27,97
calidad			
1		387,4	19,78
2		406,8	19,78
altura			
PT		387,8	19,78
ST		406,5	19,78
punto cardinal			
N		384,6	27,97
S		382,8	27,97
E		359,9	27,97
O		461,2	27,97
distanciamiento	calidad		
3 X 3	1	316,3	39,55
	2	371,5	39,55
5 x 5	1	367,7	39,55
	2	389,8	39,55
6 x 2	1	496,5	39,55
	2	378,2	39,55
3,5 x 3,5	1	369,2	39,55
	2	487,7	39,55
distanciamiento	altura		
3 X 3	PT	326,3	39,55
	ST	361,5	39,55
5 x 5	PT	361,2	39,55
	ST	396,3	39,55
6 x 2	PT	446,5	39,55
	ST	428,3	39,55
3,5 x 3,5	PT	417,0	39,55
	ST	440,0	39,55

Continuación Anexo 10.

distanciamiento	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv Est ( $\mu E$ )
3 X 3	N	309,5	55,94
	S	376,0	55,94
	E	332,0	55,94
	O	358,0	55,94
5 x 5	N	438,0	55,94
	S	270,5	55,94
	E	432,0	55,94
	O	374,5	55,94
6 x 2	N	397,5	55,94
	S	413,0	55,94
	E	407,5	55,94
	O	531,5	55,94
3,5 x 3,5	N	393,5	55,94
	S	471,5	55,94
	E	268,0	55,94
	O	581,0	55,94
calidad	altura		
1	PT	370,3	27,97
	ST	404,6	27,97
2	PT	405,3	27,97
	ST	408,4	27,97
calidad	punto cardinal		
1	N	390,0	39,55
	S	376,8	39,55
	E	347,0	39,55
	O	436,0	39,55
2	N	379,2	39,55
	S	388,7	39,55
	E	372,8	39,55
	O	486,5	39,55

Continuación Anexo 10.

altura	punto cardinal		Promedio ( $\mu E$ )	Desv Est ( $\mu E$ )
PT	N		381,0	39,55
	S		370,0	39,55
	E		338,0	39,55
	O		462,0	39,55
ST	N		388,3	39,55
	S		395,5	39,55
	E		381,8	39,55
	O		460,5	39,55
distanciamiento	calidad	altura		
3 X 3	1	PT	298,5	55,94
		ST	334,0	55,94
	2	PT	354,0	55,94
		ST	389,0	55,94
5 x 5	1	PT	353,5	55,94
		ST	382,0	55,94
	2	PT	369,0	55,94
		ST	410,5	55,94
6 x 2	1	PT	476,0	55,94
		ST	517,0	55,94
	2	PT	417,0	55,94
		ST	339,5	55,94
3,5 x 3,5	1	PT	353,0	55,94
		ST	385,5	55,94
	2	PT	481,0	55,94
		ST	494,5	55,94
distanciamiento	calidad	punto cardinal		
3 X 3	1	N	283,0	79,11
		S	348,0	79,11
		E	291,0	79,11
		O	343,0	79,11
	2	N	336,0	79,11
		S	404,0	79,11
		E	373,0	79,11
		O	373,0	79,11
5 x 5	1	N	451,0	79,11
		S	269,0	79,11
		E	357,0	79,11
		O	394,0	79,11

Continuación Anexo 10.

distanciamiento	calidad	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv Est ( $\mu E$ )
5 x 5	2	N	425,0	79,11
		S	272,0	79,11
		E	507,0	79,11
		O	355,0	79,11
6 x 2	1	N	448,0	79,11
		S	468,0	79,11
		E	460,0	79,11
		O	610,0	79,11
	2	N	347,0	79,11
		S	358,0	79,11
		E	355,0	79,11
3,5 x 3,5	1	O	453,0	79,11
		N	378,0	79,11
		S	422,0	79,11
		E	280,0	79,11
	2	O	397,0	79,11
		N	409,0	79,11
		S	521,0	79,11
		E	256,0	79,11
O	765,0	79,11		
distanciamiento	altura	punto cardinal		
3 X 3	PT	N	306,0	79,11
		S	344,0	79,11
		E	314,0	79,11
		O	341,0	79,11
	ST	N	313,0	79,11
		S	408,0	79,11
		E	350,0	79,11
		O	375,0	79,11
5 x 5	PT	N	396,0	79,11
		S	256,0	79,11
		E	412,0	79,11
		O	381,0	79,11
	ST	N	480,0	79,11
		S	285,0	79,11
		E	452,0	79,11
		O	368,0	79,11

Continuación Anexo 10.

distanciamiento	altura	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
6 x 2	PT	N	429,0	79,11
		S	434,0	79,11
		E	369,0	79,11
		O	554,0	79,11
	ST	N	366,0	79,11
		S	392,0	79,11
		E	446,0	79,11
		O	509,0	79,11
3,5 x 3,5	PT	N	393,0	79,11
		S	446,0	79,11
		E	257,0	79,11
		O	572,0	79,11
	ST	N	394,0	79,11
		S	497,0	79,11
		E	279,0	79,11
		O	590,0	79,11
calidad	altura	punto cardinal		
1	PT	N	380,0	55,94
		S	348,5	55,94
		E	337,5	55,94
		O	415,0	55,94
	ST	N	400,0	55,94
		S	405,0	55,94
		E	356,5	55,94
		O	457,0	55,94
2	PT	N	382,0	55,94
		S	391,5	55,94
		E	338,5	55,94
		O	509,0	55,94
	ST	N	376,5	55,94
		S	386,0	55,94
		E	407,0	55,94
		O	464,0	55,94

Continuación Anexo 10.

distanciamiento	calidad	altura	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
3 X 3	1	PT	N	268,0	111,87
			S	320,0	111,87
			E	274,0	111,87
			O	332,0	111,87
		ST	N	298,0	111,87
			S	376,0	111,87
			E	308,0	111,87
			O	354,0	111,87
	2	PT	N	344,0	111,87
			S	368,0	111,87
			E	354,0	111,87
			O	350,0	111,87
		ST	N	328,0	111,87
			S	440,0	111,87
			E	392,0	111,87
			O	396,0	111,87
5 x 5	1	PT	N	436,0	111,87
			S	256,0	111,87
			E	352,0	111,87
			O	370,0	111,87
		ST	N	466,0	111,87
			S	282,0	111,87
			E	362,0	111,87
			O	418,0	111,87
	2	PT	N	356,0	111,87
			S	256,0	111,87
			E	472,0	111,87
			O	392,0	111,87
		ST	N	494,0	111,87
			S	288,0	111,87
			E	542,0	111,87
			O	318,0	111,87

Continuación Anexo 10.

distanciamiento	calidad	altura	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
6 x 2	1	PT	N	446,0	111,87
			S	502,0	111,87
			E	408,0	111,87
			O	548,0	111,87
		ST	N	450,0	111,87
			S	434,0	111,87
			E	512,0	111,87
			O	672,0	111,87
	2	PT	N	412,0	111,87
			S	366,0	111,87
			E	330,0	111,87
			O	560,0	111,87
ST	N	282,0	111,87		
	S	350,0	111,87		
	E	380,0	111,87		
	O	346,0	111,87		
3,5 x 3,5	1	PT	N	370,0	111,87
			S	316,0	111,87
			E	316,0	111,87
			O	410,0	111,87
		ST	N	386,0	111,87
			S	528,0	111,87

Continuación Anexo 10.

distanciamiento	calidad	altura	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
3,5 x 3,5	1	ST	E	244,0	111,87
			O	384,0	111,87
	2	PT	N	416,0	111,87
			S	576,0	111,87
			E	198,0	111,87
			O	734,0	111,87
		ST	N	402,0	111,87
			S	466,0	111,87
			E	314,0	111,87
			<b>O</b>	<b>796,0</b>	<b>111,87</b>

**Anexo 11.** Modelo Lineal General para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

Modelo Lineal General

Factor	Niveles	Valores
calidad	2	1 2
altura	2	PT ST
punto cardinal	4	N S E O

Continuación Anexo 11.

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
calidad	1	178605	178605	178605	1,86	0,178
altura	1	534645	534645	534645	5,56	0,021
punto cardinal	3	590575	590575	196858	2,05	0,116
calidad*altura	1	581405	581405	581405	6,05	0,017
calidad*punto cardinal	3	398615	398615	132872	1,38	0,256
altura*punto cardinal	3	267775	267775	89258	0,93	0,432
calidad*altura*punto cardinal	3	226215	226215	75405	0,78	0,507
Error	64	6152160	6152160	96128		
Total	79	8929995				

Promedio para Tensión

calidad		Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
1		492,5	49,02
2		587,0	49,02
altura			
PT		458,0	49,02
ST		621,5	49,02
punto cardinal			
N		458,0	69,33
S		472,0	69,33
E		674,0	69,33
O		555,0	69,33
calidad	altura		
1	PT	496,0	69,33
	ST	489,0	69,33
2	PT	420,0	69,33
	ST	754,0	69,33

Continuación Anexo 11.

Calidad	Punto cardinal		Promedio ( $\mu E$ )	Desv Est ( $\mu E$ )
1	N		364,0	98,04
	S		542,0	98,04
	E		564,0	98,04
	O		500,0	98,04
2	N		552,0	98,04
	S		402,0	98,04
	E		784,0	98,04
	O		610,0	98,04
Altura	Punto cardinal			
PT	N		418,0	98,04
	S		446,0	98,04
	E		500,0	98,04
	O		468,0	98,04
ST	N		498,0	98,04
	S		498,0	98,04
	E		848,0	98,04
	O		642,0	98,04
Calidad	Altura	Punto cardinal		
1	PT	N	488,0	138,66
		S	536,0	138,66
		E	488,0	138,66
		O	472,0	138,66
	ST	N	240,0	138,66
		S	548,0	138,66
		E	640,0	138,66
		O	528,0	138,66
2	PT	N	348,0	138,66
		S	356,0	138,66
		E	512,0	138,66
		O	464,0	138,66
	ST	N	756,0	138,66
		S	448,0	138,66
		E	1056,0	138,66
		O	756,0	138,66

**Anexo 12.** Modelo Lineal General para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001.

Modelo Lineal General

Factor	Niveles	Valores
distanciamiento	2	6 x 4 5 x 5
calidad	2	1 2
altura	2	PT ST
punto cardinal	4	N S E O

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
distanciamiento	1	135141	135141	135141	0,71	0,402
calidad	1	51481	51481	51481	0,27	0,605
altura	1	248851	248851	248851	1,30	0,256
punto cardinal	3	423302	423302	141101	<b>0,74</b>	0,531
distanciamiento*calidad	1	45901	45901	45901	0,24	0,625
distanciamiento*altura	1	4951	4951	4951	0,03	0,872
distanciamiento*punto cardinal	3	2360712	2360712	786904	4,11	0,008
calidad*altura	1	339481	339481	339481	1,78	0,185
calidad*punto cardinal	3	158292	158292	52764	0,28	0,843
altura*punto cardinal	3	794022	794022	264674	1,38	0,251
distanciamiento*calidad*altura	1	29431	29431	29431	0,15	0,695
distanciamiento*calidad*punto cardinal	3	159792	159792	53264	0,28	0,841
distanciamiento*altura*punto cardinal	3	66922	466922	155641	0,81	0,488
calidad*altura*punto cardinal	3	292272	292272	97424	0,51	0,676
distanciamiento*calidad*altura*punto cardinal	3	740122	<b>740122</b>	246707	1,29	0,281
Error	128	24478480	24478480	191238		
Total	159	30729149				

Continuación Anexo 12.

Promedio para Tensión

distanciamiento		Promedio ( $\mu E$ )	Desv Est ( $\mu E$ )
6 x 4		543,5	48,89
5 x 5		485,4	48,89
calidad			
1		496,5	48,89
2		532,4	48,89
altura			
PT		553,9	48,89
ST		475,0	48,89
punto cardinal			
N		567,0	69,14
S		501,0	69,14
E		436,2	69,14
O		553,5	69,14
distanciamiento	calidad		
6 x 4	1	542,5	69,14
	2	544,5	69,14
5 x 5	1	450,5	69,14
	2	520,2	69,14
distanciamiento	altura		
6 x 4	PT	588,5	69,14
	ST	498,5	69,14
5 x 5	PT	519,2	69,14
	ST	451,5	69,14

Continuación Anexo 12.

distanciamiento	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv Est ( $\mu E$ )
6 x 4	N	397,0	97,79
	S	583,0	97,79
	E	484,0	97,79
	O	710,0	97,79
5 x 5	N	737,0	97,79
	S	419,0	97,79
	E	388,5	97,79
	O	397,0	97,79
calidad	altura		
1	PT	582,0	69,14
	ST	411,0	69,14
2	PT	525,7	69,14
	ST	539,0	69,14
calidad	punto cardinal		
1	N	567,0	97,79
	S	509,0	97,79
	E	428,0	97,79
	O	482,0	97,79
2	N	567,0	97,79
	S	493,0	97,79
	E	444,5	97,79
	O	625,0	97,79
altura	punto cardinal		
PT	N	540,0	97,79
	S	606,0	97,79
	E	401,5	97,79
	O	668,0	97,79
ST	N	594,0	97,79
	S	396,0	97,79
	E	471,0	97,79
	O	439,0	97,79

Continuación Anexo 12.

distanciamiento	calidad	altura	Promedio ( $\mu E$ )	Desv Est ( $\mu E$ )
6 x 4	1	PT	620,0	97,79
		ST	465,0	97,79
	2	PT	557,0	97,79
		ST	532,0	97,79
5 x 5	1	PT	544,0	97,79
		ST	357,0	97,79
	2	PT	494,5	97,79
		ST	546,0	97,79
distanciamiento	calidad	punto cardinal		
6 x 4	1	N	448,0	138,29
		S	582,0	138,29
		E	456,0	138,29
		O	684,0	138,29
	2	N	346,0	138,29
		S	584,0	138,29
		E	512,0	138,29
		O	736,0	138,29
5 x 5	1	N	686,0	138,29
		S	436,0	138,29
		E	400,0	138,29
		O	280,0	138,29
	2	N	788,0	138,29
		S	402,0	138,29
		E	377,0	138,29
		O	514,0	138,29
distanciamiento	altura	punto cardinal		
6 x 4	PT	N	400,0	138,29
		S	664,0	138,29
		E	386,0	138,29
		O	904,0	138,29
	ST	N	394,0	138,29
		S	502,0	138,29
		E	582,0	138,29
		O	516,0	138,29
5 x 5	PT	N	680,0	138,29
		S	548,0	138,29
		E	417,0	138,29
		O	432,0	138,29

Continuación Anexo 12.

distanciamiento	altura	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv Est ( $\mu E$ )	
5 x 5	ST	N	794,0	138,29	
		S	290,0	138,29	
		E	360,0	138,29	
		O	362,0	138,29	
calidad	altura	punto cardinal			
1	PT	N	576,0	138,29	
		S	648,0	138,29	
		E	392,0	138,29	
		O	712,0	138,29	
	ST	N	558,0	138,29	
		S	370,0	138,29	
		E	464,0	138,29	
		O	252,0	138,29	
2	PT	N	504,0	138,29	
		S	564,0	138,29	
		E	411,0	138,29	
		O	624,0	138,29	
	ST	N	630,0	138,29	
		S	422,0	138,29	
		E	478,0	138,29	
		O	626,0	138,29	
distanciamiento	calidad	altura	punto cardinal		
6 x 4	1	PT	N	464,0	195,57
			S	588,0	195,57
			E	352,0	195,57
			O	1076,0	195,57
		ST	N	432,0	195,57
			S	576,0	195,57
			E	560,0	195,57
			O	292,0	195,57
	2	PT	N	336,0	195,57
			S	740,0	195,57
			E	420,0	195,57
			O	732,0	195,57

Continuación Anexo 12.

distanciamiento	calidad	altura	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv Est ( $\mu E$ )
6 x 4	2	ST	N	356,0	195,57
			S	428,0	195,57
			E	604,0	195,57
			O	740,0	195,57
5 x 5	1	PT	N	688,0	195,57
			S	708,0	195,57
			E	432,0	195,57
			O	348,0	195,57
		ST	N	684,0	195,57
			S	164,0	195,57
			E	368,0	195,57
			O	212,0	195,57
	2	PT	N	672,0	195,57
			S	388,0	195,57
			E	402,0	195,57
			O	516,0	195,57
ST	N	904,0	195,57		
	S	416,0	195,57		
	E	352,0	195,57		
	O	512,0	195,57		

**Anexo 13.** Modelo Lineal General para los distintos distanciamientos de siembra de Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

Modelo Lineal General

Factor	Niveles	Valores			
distanciamiento	3	3 X 3	6 x 4	5 x 5	
calidad	2	1 2			
altura	2	PT ST			
punto cardinal	4	N	S	E	O

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
distanciamiento	2	229331	229331	114665	1,16	0,314
Calidad	1	32434	32434	32434	0,33	0,567
altura	1	178760	178760	178760	1,82	0,179
punto cardinal	3	254241	254241	84747	0,86	0,462
distanciamiento*calidad	2	675158	675158	337579	3,43	0,034
distanciamiento*altura	2	195101	195101	97550	<b>0,99</b>	0,373
distanciamiento*punto cardinal	6	2438613	<b>2438613</b>	406435	4,13	0,001
calidad*altura	1	971554	971554	971554	9,87	0,002
calidad*punto cardinal	3	129041	129041	43014	0,44	0,727
altura*punto cardinal	3	348648	348648	116216	1,18	0,318
distanciamiento*calidad*altura	2	41567	41567	20784	0,21	0,810
distanciamiento*calidad*punto cardinal	6	610933	610933	101822	1,03	0,404
distanciamiento*altura*punto cardinal	6	702176	702176	117029	1,19	0,314
calidad*altura*punto cardinal	3	235575	235575	78525	0,80	0,496
distanciamiento*calidad*altura*punto cardinal	6	328549	328549	54758	0,56	0,765
Error	192	18898000	18898000	98427		
Total	239	26269680				

Continuación Anexo 13.

Promedio para Tensión

distanciamiento		Promedio ( $\mu E$ )	Desv Est ( $\mu E$ )
3 X 3		524,7	35,08
6 x 4		<b>503,2</b>	35,08
5 x 5		451,1	35,08
calidad			
1		504,7	28,64
2		481,4	28,64
altura			
PT		465,8	28,64
ST		520,3	28,64
punto cardinal			
N		514,0	40,50
S		441,0	40,50
E		491,2	40,50
O		526,0	40,50
distanciamiento	calidad		
3 X 3	1	492,5	49,61
	2	557,0	49,61
6 x 4	1	589,5	49,61
	2	417,0	49,61
5 x 5	1	432,0	49,61
	2	470,3	49,61
distanciamiento	altura		
3 X 3	PT	458,0	49,61
	ST	591,5	49,61
6 x 4	PT	488,5	49,61
	ST	518,0	49,61
5 x 5	PT	450,8	49,61
	ST	451,5	49,61

Continuación Anexo 13.

distanciamiento	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
3 X 3	N	458,0	70,15
	S	472,0	70,15
	E	614,0	70,15
	O	555,0	70,15
6 x 4	N	397,0	70,15
	S	469,0	70,15
	E	471,0	70,15
	O	676,0	70,15
5 x 5	N	687,0	70,15
	S	382,0	70,15
	E	388,5	70,15
	O	347,0	70,15
calidad	altura		
1	PT	541,0	40,50
	ST	468,3	40,50
2	PT	390,5	40,50
	ST	572,3	40,50
calidad	punto cardinal		
1	N	499,3	57,28
	S	483,3	57,28
	E	484,7	57,28
	O	551,3	57,28
2	N	528,7	57,28
	S	398,7	57,28
	E	497,7	57,28
	O	500,7	57,28
altura	punto cardinal		
PT	N	466,0	57,28
	S	464,0	57,28
	E	414,3	57,28
	O	518,7	57,28
ST	N	562,0	57,28
	S	418,0	57,28
	E	568,0	57,28
	O	533,3	57,28

Continuación Anexo 13.

distanciamiento	calidad	altura	Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
3 X 3	1	PT	496,0	70,15
		ST	489,0	70,15
	2	PT	420,0	70,15
		ST	694,0	70,15
6 x 4	1	PT	620,0	70,15
		ST	559,0	70,15
	2	PT	357,0	70,15
		ST	477,0	70,15
5 x 5	1	PT	507,0	70,15
		ST	357,0	70,15
	2	PT	394,5	70,15
		ST	546,0	70,15
distanciamiento	calidad	punto cardinal		
3 X 3	1	N	364,0	99,21
		S	542,0	99,21
		E	564,0	99,21
		O	500,0	99,21
	2	N	552,0	99,21
		S	402,0	99,21
		E	664,0	99,21
		O	610,0	99,21
6 x 4	1	N	448,0	99,21
		S	546,0	99,21
		E	490,0	99,21
		O	874,0	99,21
	2	N	346,0	99,21
		S	392,0	99,21
		E	452,0	99,21
		O	478,0	99,21
5 x 5	1	N	686,0	99,21
		S	362,0	99,21
		E	400,0	99,21
		O	280,0	99,21
	2	N	688,0	99,21
		S	402,0	99,21
		E	377,0	99,21
		O	414,0	99,21

Continuación Anexo 13.

distanciamiento	altura	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv Est ( $\mu E$ )
3 X 3	PT	N	418,0	99,21
		S	446,0	99,21
		E	500,0	99,21
		O	468,0	99,21
	ST	N	498,0	99,21
		S	498,0	99,21
		E	728,0	99,21
		O	642,0	99,21
6 x 4	PT	N	400,0	99,21
		S	472,0	99,21
		E	326,0	99,21
		O	756,0	99,21
	ST	N	394,0	99,21
		S	466,0	99,21
		E	616,0	99,21
		O	596,0	99,21
5 x 5	PT	N	580,0	99,21
		S	474,0	99,21
		E	417,0	99,21
		O	332,0	99,21
	ST	N	794,0	99,21
		S	290,0	99,21
		E	360,0	99,21
		O	362,0	99,21
calidad	altura	punto cardinal		
1	PT	N	546,7	81,00
		S	561,3	81,00
		E	424,0	81,00
		O	632,0	81,00
	ST	N	452,0	81,00
		S	405,3	81,00
		E	545,3	81,00
		O	470,7	81,00

Continuación Anexo 13.

calidad	altura	punto cardinal		Promedio ( $\mu E$ )	Desv Est ( $\mu E$ )
2	PT	N		385,3	81,00
		S		366,7	81,00
		E		404,7	81,00
		O		405,3	81,00
	ST	N		672,0	81,00
		S		430,7	81,00
		E		590,7	81,00
		O		596,0	81,00
Distanciamiento	Calidad	Altura	Punto cardinal		
3 X 3	1	PT	N	488,0	140,30
			S	536,0	140,30
			E	488,0	140,30
			O	472,0	140,30
		ST	N	240,0	140,30
			S	548,0	140,30
			E	640,0	140,30
			O	528,0	140,30
	2	PT	N	348,0	140,30
			S	356,0	140,30
			E	512,0	140,30
			O	464,0	140,30
		ST	N	756,0	140,30
			S	448,0	140,30
			E	816,0	140,30
			O	756,0	140,30
6 x 4	1	PT	N	464,0	140,30
			S	588,0	140,30
			E	352,0	140,30
			O	1076,0	140,30
		ST	N	432,0	140,30
			S	504,0	140,30
			E	628,0	140,30
			O	672,0	140,30
	2	PT	N	336,0	140,30
			S	356,0	140,30
			E	300,0	140,30
			O	436,0	140,30

Continuación Anexo 13.

distanciamiento	calidad	altura	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
6 x 4	2	ST	N	356,0	140,30
			S	428,0	140,30
			E	604,0	140,30
			O	520,0	140,30
5 x 5	1	PT	N	688,0	140,30
			S	560,0	140,30
			E	432,0	140,30
			O	348,0	140,30
		ST	N	684,0	140,30
			S	164,0	140,30
			E	368,0	140,30
			O	212,0	140,30
	2	PT	N	472,0	140,30
			S	388,0	140,30
			E	402,0	140,30
			O	316,0	140,30
		ST	N	904,0	140,30
			S	416,0	140,30
			E	352,0	140,30
			<b>O</b>	<b>512,0</b>	<b>140,30</b>

**Anexo 14.** Modelo Lineal General para los distanciamientos de siembra de 3,5 x 3,5 m y 3 x 3 m, para Teca (*Tectona grandis*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

Modelo Lineal General

Factor	Niveles	Valor
distanciamiento	2	3 X 3 3,5 x 3,5
calidad	2	1 2
altura	2	PT ST
punto cardinal	4	N S E O

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
distanciamiento	1	572911	572911	572911	3,62	0,058
calidad	1	603781	603781	603781	3,82	0,052
altura	1	67861	67861	67861	0,43	0,513
punto cardinal	3	1358674	1358674	452891	2,86	0,037
distanciamiento*calidad	1	80011	80011	80011	0,51	0,478
distanciamiento*altura	1	3001	3001	3001	0,02	0,891
distanciamiento*punto cardinal	3	827114	827114	275705	1,74	0,158
calidad*altura	1	1901	1901	1901	0,01	0,913
calidad*punto cardinal	3	360464	360464	120155	0,76	0,518
altura*punto cardinal	3	28924	28924	9641	0,06	0,980
distanciamiento*calidad*altura	1	1711	1711	1711	0,01	0,917
distanciamiento*calidad*punto cardinal	3	559054	559054	186351	1,18	0,318
distanciamiento*altura*punto cardinal	3	284	284	95	0,00	1,000
calidad*altura*punto cardinal	3	184124	184124	61375	0,39	0,762
distanciamiento*calidad*altura*punto cardinal	3	188854	188854	62951	0,40	0,755
Error	288	45572680	45572680	158238		
Total	319	50411349				

Continuación Anexo 14.

Promedio para Tensión

distanciamiento		Promedio ( $\mu E$ )	Desv Est ( $\mu E$ )
3 X 3		343,9	31,45
3,5 x 3,5		428,5	31,45
calidad			
1		342,8	31,45
2		429,6	31,45
altura			
PT		371,6	31,45
ST		400,7	31,45
punto cardinal			
N		351,5	44,47
S		423,8	44,47
E		300,0	44,47
O		469,5	44,47
distanciamiento	calidad		
3 X 3	1	316,2	44,47
	2	371,5	44,47
3,5 x 3,5	1	369,3	44,47
	2	487,7	44,47
distanciamiento	altura		
3 X 3	PT	326,2	44,47
	ST	361,5	44,47
3,5 x 3,5	PT	417,0	44,47
	ST	440,0	44,47
distanciamiento	punto cardinal		
3 X 3	N	309,5	62,90
	S	376,0	62,90
	E	332,0	62,90
	O	358,0	62,90
3,5 x 3,5	N	393,5	62,90
	S	471,5	62,90
	E	268,0	62,90
	O	581,0	62,90

Continuación Anexo 14.

calidad	altura		Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
1	PT		325,8	44,47
	ST		359,8	44,47
2	PT		417,5	44,47
	ST		441,7	44,47
calidad	punto cardinal			
1	N		330,5	62,90
	S		385,0	62,90
	E		285,5	62,90
	O		370,0	62,90
2	N		372,5	62,90
	S		462,5	62,90
	E		314,5	62,90
	O		569,0	62,90
altura	punto cardinal			
PT	N		349,5	62,90
	S		395,0	62,90
	E		285,5	62,90
	O		456,5	62,90
ST	N		353,5	62,90
	S		452,5	62,90
	E		314,5	62,90
	O		482,5	62,90
distanciamiento	calidad	altura		
3 X 3	1	PT	298,5	62,90
		ST	334,0	62,90
	2	PT	354,0	62,90
		ST	389,0	62,90
3,5 x 3,5	1	PT	353,0	62,90
		ST	385,5	62,90
	2	PT	481,0	62,90
		ST	494,5	62,90

Continuación Anexo 14.

distanciamiento	calidad	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
3 X 3	1	N	283,0	88,95
		S	348,0	88,95
		E	291,0	88,95
		O	343,0	88,95
	2	N	336,0	88,95
		S	404,0	88,95
		E	373,0	88,95
		O	373,0	88,95
3,5 x 3,5	1	N	378,0	88,95
		S	422,0	88,95
		E	280,0	88,95
		O	397,0	88,95
	2	N	409,0	88,95
		S	521,0	88,95
		E	256,0	88,95
		O	765,0	88,95
distanciamiento	altura	punto cardinal		
3 X 3	PT	N	306,0	88,95
		S	344,0	88,95
		E	314,0	88,95
		O	341,0	88,95
	ST	N	313,0	88,95
		S	408,0	88,95
		E	350,0	88,95
		O	375,0	88,95
3,5 x 3,5	PT	N	393,0	88,95
		S	446,0	88,95
		E	257,0	88,95
		O	572,0	88,95
	ST	N	394,0	88,95
		S	497,0	88,95
		E	279,0	88,95
		O	590,0	88,95

Continuación Anexo 14.

calidad	altura	punto cardinal		Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )	
1	PT	N		319,0	88,95	
		S		318,0	88,95	
		E		295,0	88,95	
		O		371,0	88,95	
	ST	N		342,0	88,95	
		S		452,0	88,95	
		E		276,0	88,95	
		O		369,0	88,95	
2	PT	N		380,0	88,95	
		S		472,0	88,95	
		E		276,0	88,95	
		O		542,0	88,95	
	ST	N		365,0	88,95	
		S		453,0	88,95	
		E		353,0	88,95	
		O		596,0	88,95	
distanciamiento	calidad	altura	punto cardinal			
3 X 3	1	PT	N		268,0	125,79
			S		320,0	125,79
			E		274,0	125,79
			O		332,0	125,79
		ST	N		298,0	125,79
			S		376,0	125,79
			E		308,0	125,79
			O		354,0	125,79
	2	PT	N		344,0	125,79
			S		368,0	125,79
			E		354,0	125,79
			O		350,0	125,79
		ST	N		328,0	125,79
			S		440,0	125,79
			E		392,0	125,79
			O		396,0	125,79

Continuación Anexo 14.

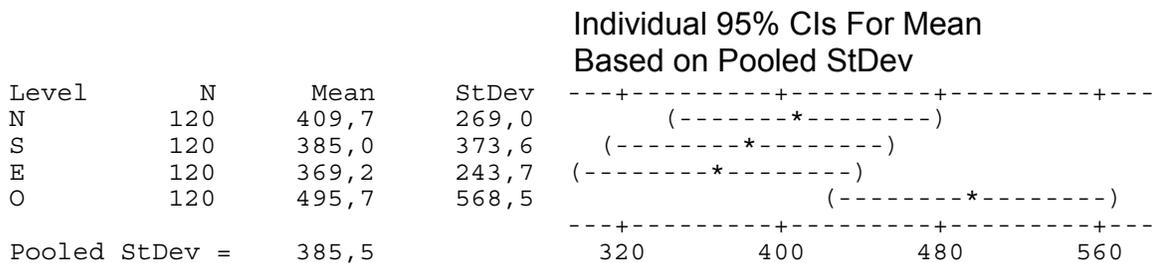
distanciamiento	calidad	altura	punto cardinal	Promedio ( $\mu E$ )	Desv. Est. ( $\mu E$ )
3,5 x 3,5	1	PT	N	370,0	125,79
			S	316,0	125,79
			E	316,0	125,79
			O	410,0	125,79
		ST	N	386,0	125,79
			S	528,0	125,79
			E	244,0	125,79
			O	384,0	125,79
	2	PT	N	416,0	125,79
			S	576,0	125,79
			E	198,0	125,79
			O	734,0	125,79
		ST	N	402,0	125,79
			S	466,0	125,79
			E	314,0	125,79
			O	796,0	125,79

**Anexo 15.** Análisis de varianza de una vía para el factor punto cardinal para Teca (*Tectona grandis*) en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001.

One-Way Analysis of Variance

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	SS	MS	F	P
punto cardinal	3	1144342	381448	2,57	0,054
Error	476	70743450	148621		
Total	479	71887793			



Continuación Anexo 15.

Tukey's pair wise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,0105

Critical value = 3,63

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	N	S	E
S	-103		
	152		
E	-87	-112	
	168	144	
O	-214	-238	-254
	42	17	1

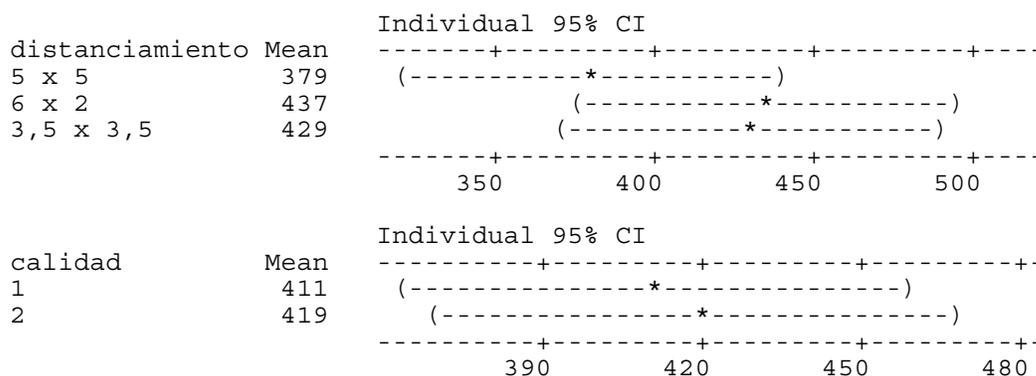
**Anexo 16** Análisis de Varianza de dos vías para los factores distanciamiento y calidad para Teca (*Tectona grandis*) en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001.

Two-way Analysis of Variance

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	SS	MS
distanciamiento	2	319505	159753
calidad	1	6601	6601
Interacción	2	1133772	566886
Error	474	70427915	148582
Total	479	71887793	

## Continuación Anexo16.



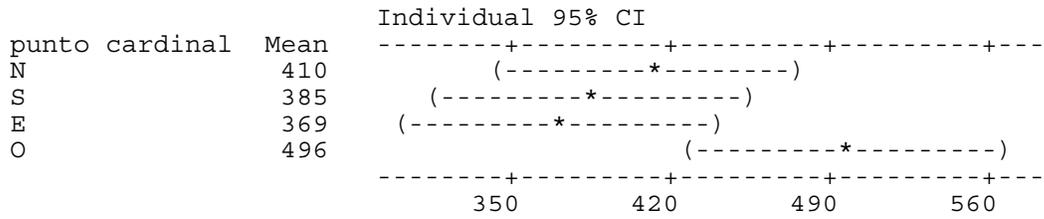
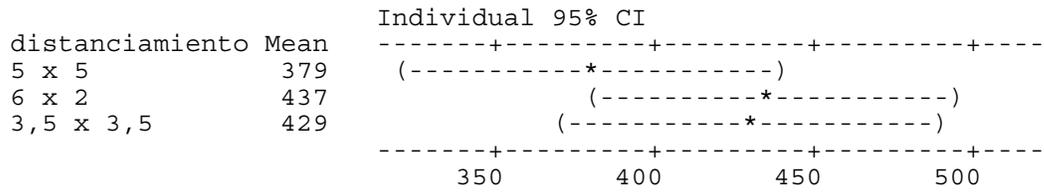
**Anexo 17.** Análisis de varianza de dos vías para los factores punto cardinal y distanciamiento para Teca (*Tectona grandis*) en el Proyecto Forestal Garza. Guanacaste, 2001.

### Two-way Analysis of Variance

#### Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	SS	MS
distanciamiento	2	319505	159753
punto cardinal	3	1144342	381448
Interacción	6	2140015	356669
Error	468	68283930	145906
Total	479	71887793	

Continuación Anexo 17.



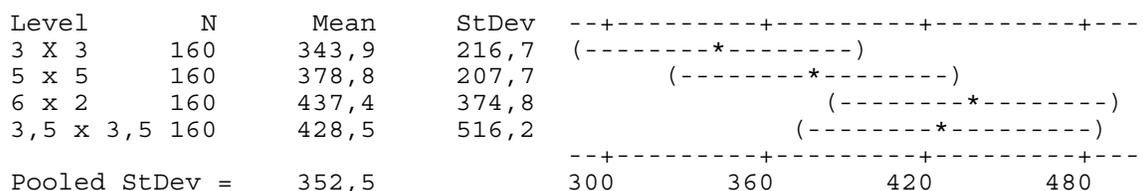
**Anexo 18.** Análisis de varianza de una vía para el factor distanciamiento para Teca (*Tectona grandis*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

One-way Analysis of Variance

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	SS	MS	F	P
distanciamiento	3	924425	308142	0,060	2,48
Error	636	79036685	124272		
Total	639	79961110			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev



Tukey's pair wise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,0104

Critical value = 3,63

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	3 X 3	5 x 5	6 x 2
5 x 5	-136		
	66		
6 x 2	-195	-160	
	8	43	
3,5 x 3,5	-186	-151	-92
	17	51	110

**Anexo 19.** Análisis de Varianza de una vía para el factor altura de Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

One-Way Analysis of Variance

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	SS	MS	F	P
altura	1	534645	534645	4,97	0,029
Error	78	8395350	107633		
Total	79	8929995			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
PT	40	458,0	197,1	(-----*-----)
ST	40	621,5	420,0	(-----*-----)
Pooled StDev = 328,1				360 480 600 720

Tukey's pair wise comparisons

Family error rate = 0,0500  
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,82

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

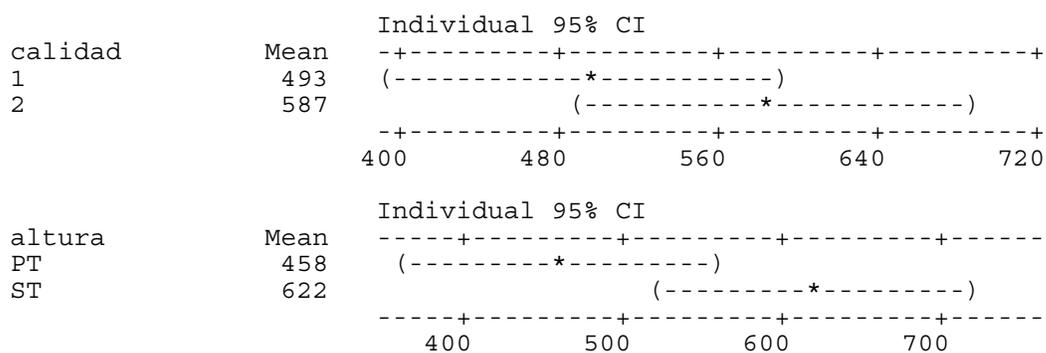
	PT
ST	-310
	-17

**Anexo 20.** Análisis de Varianza de dos vías para los factores calidad y altura para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en el Proyecto Forestal Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

Two-way Analysis of Variance

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	SS	MS
calidad	1	178605	178605
altura	1	534645	534645
Interacción	1	581405	581405
Error	76	7635340	100465
Total	79	8929995	



**Anexo 21.** Análisis de varianza de dos vías para los factores calidad y distanciamiento para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

Two-way Analysis of Variance

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	SS	MS
calidad	1	32434	32434
distanciamiento	2	229331	114665
Interacción	2	675157	337579
Error	234	25332758	108260
Total	239	26269680	

**Anexo 22.** Análisis de varianza de dos vías para los factores punto cardinal y distanciamiento para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

Two-way Analysis of Variance

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	SS	MS
punto cardinal	3	254241	84747
distanciamiento	2	229331	114665
Interacción	6	2438612	406435
Error	228	23347495	102401
Total	239	26269680	

**Anexo 23.** Análisis de varianza de dos vías para los factores calidad y altura para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

Two-way Analysis of Variance

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	SS	MS
calidad	1	32434	32434
altura	1	178760	178760
Interacción	1	971554	971554
Error	236	25086932	106301
Total	239	26269680	

**Anexo 24.** Análisis de Varianza de una vía para el factor calidad para Teca (*Tectona grandis*) en dos distanciamientos de siembra (3 x 3 m y 3,5 x 3,5 m) en los Proyectos Forestales Río Tabaco y Garza. Guanacaste, 2001.

One-way Analysis of Variance

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	SS	MS	F	P
calidad	1	603781	603781	3,85	0,050
Error	318	49807567	156628		
Total	319	50411349			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	160	342,7	236,0	(-----*-----)
2	160	429,6	507,5	(-----*-----)

Pooled StDev = 395,8

300                  360                  420                  480

Tukey's pair wise comparisons

Family error rate = 0,0500  
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,78

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

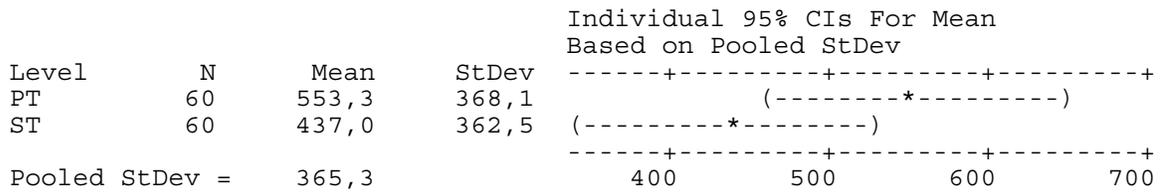
	1
2	-174
	0

**Anexo 25.** Análisis de Varianza de una vía para las distintas alturas de los árboles de calidad 1 para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en los Proyectos Forestales Garza y Río Tabaco. Guanacaste, 2001.

One-way Analysis of Variance

Análisis de Varianza para Tensión

Fuente	DF	SS	MS	F	P
altura	1	406003	406003	3,04	0,084
Error	118	15747593	133454		
Total	119	16153597			



Tukey's pair wise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,80

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	PT
ST	-16
	248

**Anexo 26.** Análisis de varianza de una vía para las TsC de Teca (*Tectona grandis*) y Pochote (*Bombacopsis quinatum*). Guanacaste, 2001.

One-way Analysis of Variance

Analysis of Variance for Tensión

Fuente	DF	SS	MS	F	P
especie	1	2326800	2326800	17,52	0,000
Error	878	116577908	132777		
Total	879	118904709			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Teca	640	397,1	353,7	-----+-----+-----+----- (----*----)
Pochote	240	512,6	391,4	(-----*-----)
Pooled StDev = 364,4				-----+-----+-----+----- 420 480 540

Tukey's pair wise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,78

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	Teca
Pochote	-170
	-61

**Anexo 27.** Estadísticas descriptivas para distanciamiento en Teca (*Tectona grandis*). Guanacaste, 2001.

Variable	distanciamiento	N	Mean	Median	Tr Mean	StDev	SE Mean
tensión	3 x 3	160	343.9	300.0	328.5	216.7	17.1
	5 x 5	160	378.8	340.0	367.5	207.7	16.4
	6 x 2	160	437.4	320.0	390.1	374.8	29.6
	3.5 x 3.5	160	428.5	300.0	350.7	516.2	40.8
Variable	distanciamiento	Min	Max	Q1	Q3		
tensión	3 x 3	40.0	1100.0	200.0	440.0		
	5 x 5	60.0	1000.0	220.0	500.0		
	6 x 2	60.0	2700.0	200.0	600.0		
	3.5 x 3.5	40.0	4000.0	200.0	500.0		

**Anexo 28.** Estadísticas descriptivas para calidad en Teca (*Tectona grandis*). Guanacaste, 2001.

Variable	calidad	N	Mean	Median	Tr Mean	StDev	SE Mean
tensión	1	320	387.4	300.0	350.4	313.3	17.5
	2	320	406.8	320.0	364.1	390.3	21.8
Variable	calidad	Min	Max	Q1	Q3		
tensión	1	40.0	2700.0	200.0	500.0		
	2	40.0	4000.0	200.0	500.0		

**Anexo 29.** Estadísticas descriptivas para altura en Teca (*Tectona grandis*). Guanacaste, 2001.

Variable	altura	N	Mean	Median	Tr Mean	StDev	SE Mean
tensión	PT	320	387.8	300.0	353.1	329.7	18.4
	ST	320	406.5	320.0	361.2	376.5	21.0
Variable	altura	Min	Max	Q1	Q3		
tensión	PT	40.0	4000.0	200.0	500.0		
	ST	40.0	3960.0	200.0	500.0		

**Anexo 30.** Estadísticas descriptivas para punto cardinal en Teca (*Tectona grandis*). Guanacaste, 2001.

Variable	punto cardinal	N	Mean	Median	Tr Mean	StDev	SE Mean
tensión	N	160	384.6	310.0	362.4	260.8	20.6
	S	160	382.7	300.0	336.7	341.1	27.0
	E	160	359.9	310.0	343.2	228.6	18.1
	O	160	461.2	330.0	389.6	510.3	40.3
Variable	punto cardinal	Min	Max	Q1	Q3		
tensión	N	40.0	1800.0	200.0	500.0		
	S	40.0	2400.0	200.0	500.0		
	E	40.0	1380.0	200.0	500.0		
	O	60.0	4000.0	205.0	570.0		

**Anexo 31.** Estadísticas descriptivas para distanciamiento en Pochote (*Bombacopsis quinatum*). Guanacaste, 2001.

Variable	distanciamiento	N	Mean	Median	Tr Mean	StDev	SE Mean
tensión	3 x 3	80	524.7	500.0	510.0	283.9	31.7
	6 x 4	80	503.2	360.0	475.8	377.7	42.2
	5 x 5	80	451.1	380.0	424.0	326.2	36.5
Variable	distanciamiento	Min	Max	Q1	Q3		
tensión	3 x 3	100.0	1400.0	300.0	695.0		
	6 x 4	20.0	1620.0	200.0	695.0		
	5 x 5	40.0	1420.0	200.0	640.0		

**Anexo 32.** Estadísticas descriptivas para calidad en Pochote (*Bombacopsis quinatum*). Guanacaste, 2001.

Variable	calidad	N	Mean	Median	Tr Mean	StDev	SE Mean
tensión	1	120	504.7	410.0	482.6	344.5	31.5
	2	120	481.4	400.0	456.2	319.0	29.1
Variable	calidad	Min	Max	Q1	Q3		
tensión	1	40.0	1620.0	205.0	700.0		
	2	20.0	1420.0	240.0	615.0		

**Anexo 33.** Estadísticas descriptivas para altura en Pochote (*Bombacopsis quinatum*). Guanacaste, 2001.

Variable	altura	N	Mean	Median	Tr Mean	StDev	SE Mean
tensión	PT	120	465.7	410.0	441.2	292.2	26.7
	ST	120	520.3	400.0	499.1	365.9	33.4
Variable	altura	Min	Max	Q1	Q3		
tensión	PT	20.0	1620.0	252.5	600.0		
	ST	40.0	1420.0	205.0	800.0		

**Anexo 34.** Estadísticas descriptivas para punto cardinal en Pochote (*Bombacopsis quinatum*). Guanacaste, 2001.

Variable	punto cardinal	N	Mean	Median	Tr Mean	StDev	SE Mean
tensión	N	60	514.0	420.0	489.6	352.2	45.5
	S	60	441.0	420.0	427.8	259.6	33.5
	E	60	491.2	400.0	470.9	336.1	43.4
	O	60	526.0	410.0	498.1	369.6	47.7
Variable	punto cardinal	Min	Max	Q1	Q3		
tensión	N	100.0	1420.0	240.0	675.0		
	S	40.0	1080.0	240.0	600.0		
	E	20.0	1420.0	205.0	700.0		
	O	40.0	1620.0	225.0	730.0		