

UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
PROGRAMA INGENIERIA AGROFORESTAL



FACTORES ASOCIADOS AL CRECIMIENTO DE LA TECA
(*Tectona grandis* L.f.) ESTABLECIDOS EN BOSQUES
DEGRADADOS DE LA COMUNIDAD BAJO VIRTUDES.

Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agroforestal
Presentado por el Univ. Pedro Ferreira De Oliveira

Asesor: Ing. Griceldo Carpio Tancara

COBIJA – PANDO – BOLIVIA
2010

HOJA DE APROBACION

Tesis aprobada por:

.....
Ing. Ezequiel Salvatierra Loras
TRIBUNAL

.....
Ing. Heráclides Reyes López
TRIBUNAL

.....
Ing. Omar Sharif Yumma Enriquez
TRIBUNAL

.....
Ing. Griceldo Carpio Tancara
ASESOR

Cobija _____ de _____ del 2010

DEDICATORIA

A mi Sr. Padre Evaristo de Oliveira Lima, a mí querida Sra. Maria Ferreira de Oliveira quienes han logrado con mucho sacrificio y dedicación formarme como persona y como profesional.

Y a todos mis hermanos en general, que sin el apoyo permanente de estas personas no hubiese logrado este propósito; por su apoyo moral, a mis amigos y compañeros de todo el tiempo.

A nuestra querida Universidad (templo de sabiduría) por acogerme en sus aulas durante estos cinco años.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida, la salud y los padres que tengo. A mi querido padre y madre, por las tantas noches de desvelo y entrega incondicional, por sus consejos y orientación que fueron cruciales para la formación de mi persona, por ser la solución en los momentos difíciles, por su comprensión y por creer en mi, gracias.

A mi asesor de tesis: Ing. Griceldo Carpio Tancara, por sus consejos y orientaciones en la presente investigación.

A los miembros del tribunal: Ing. Pedro Gomes Montero, Ing. Heráclides Reyes López, Ing. Omar Sharif Yumaa E, por sus sugerencias observaciones y correcciones al proyecto e informe final de la investigación.

A mis docentes de la Carrera Ingeniería Agroforestal, por su paciencia, su comprensión y sus sabios consejos durante mi formación profesional.

A mis compañeros de la universidad: Por los momentos de amistad compartidos, a lo largo de toda la carrera.

Finalmente a todas esas personas que no menciono, pero de una u otra manera en algún momento me apoyaron.

INDICE

Hoja de Aprobación	02
Dedicatoria	03
Agradecimientos	04
Índice	05
Lista de Cuadros	07
Lista de Gráficos	08
Resumen	09
Abstract	10
1. INTRODUCCION	11
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. DESCRIPCION DE LA ESPECIE	14
2.1.1. Origen y Distribución	14
2.1.2. Clasificación Taxonómica	14
2.1.3. Descripción fenológica	15
2.2. IMPORTANCIA DE LA ESPECIE	16
2.3. REQUERIMIENTOS AGRO-ECOLÓGICOS	19
2.3.1. Clima	19
2.3.2. Suelos	20
2.4. COBERTURA FORESTAL ASOCIADA	21
2.5. CRECIMIENTO	22
2.6. MANEJO.	26
2.6.1. Deshijas	27
2.6.2. Raleos	27
2.6.3. Podas	30
2.6.4 Manejo de rebrotes y de la regeneración natural	31
2.6.5 Evaluación de la calidad de sitio	31
2.6.6. Control y combate de plagas y enfermedades	32

3. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1. UBICACIÓN	33
3.2. MATERIALES	33
3.3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:	33
3.4. METODOLOGÍA EMPLEADA EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS	35
3.5. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	36
4. RESULTADOS	37
4.1. CONDICIONES CLIMATICAS	37
4.2. CRECIMIENTO EN ALTURA	40
4.3. CRECIMIENTO EN DIAMETRO	41
4.4. EFECTO DE LA TOPOGRAFIA DEL SUELO	42
4.5. EFECTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO	43
4.6. EFECTO DE LA ALTURA INICIAL	45
4.7. INCIDENCIA DE INSECTOS	46
5. DISCUSION	48
5.1. CONDICIONES CLIMATICAS	48
5.2. CRECIMIENTO EN ALTURA Y DIAMETRO	49
5.3. EFECTO DE FACTORES ABIOTICOS	50
5.4. EFECTO DE FACTORES BIOTICOS	52
6. CONCLUSIONES	53
7. RECOMENDACIONES	54
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	56
ANEXOS	59
Anexo 1	60

LISTA DE CUADROS

Nº	Título	Pág.
1.	Promedios de temperatura durante el estudio y media normal	37
2.	Precipitación mensual acumulada durante el estudio y media la normal	38
3.	La distribución de frecuencias por clases de altura	40
4.	La distribución de frecuencias por clases diamétricas	41
5.	Número de plantas por tipo de topografía de suelo.	43
6.	Resultados de acidez y fertilidad de las muestras de suelo.	44
7.	Altura Inicial y final después de tres años de crecimiento	45
8.	Número de plantas según la incidencia del defoliador <i>Rabdopterus sp.</i>	47

LISTA DE GRAFICOS

Nº	Título	Pág.
1.	Promedios de temperatura durante el estudio y media normal	38
2.	Precipitación mensual acumulada durante el estudio y media la normal	39
3.	La distribución de frecuencias por clases de altura	41
4.	La distribución de frecuencias por clases diamétricas	42
5.	Número de plantas por tipo de topografía de suelo.	43
6.	pH del suelo y contenidos de macronutrientes	44
7.	Altura Inicial y final después de tres años de crecimiento	46
8.	Número de plantas según incidencia del defoliador <i>Rabdopterus sp.</i>	47

RESUMEN

La presente investigación titulada “FACTORES ASOCIADOS AL CRECIMIENTO DE LA TECA (*Tectona grandis* L.f.) ESTABLECIDOS EN BOSQUES DEGRADADOS DE LA COMUNIDAD BAJO VIRTUDES” se obtuvo como objetivos específicos: a) Determinar el crecimiento en tres años. b) analizar la influencia la topografía y fertilidad del suelo y c) Analizar la incidencia de insectos y la altura de planta inicial.

El estudio se realizó en la propiedad privada “Santa Rita” ubicada en la comunidad Bajo Virtudes, municipio Cobija, provincia Nicolás Suárez del departamento Pando, cuyas coordenadas geográficas son: 68°47'00” de longitud Oeste y 11°16'00” de latitud Sur.

La metodología empleada consistió en: una medición inicial de la altura de planta y diámetro de tallo de todas las plantas establecidas; en base a cuyos datos obtenidos se clasificaron en tres grupos de diez plantas cada una: las más altas, las medianas y las más pequeñas; en cada grupo de diez plantas se midieron las variables objeto de estudio que fueron: topografía y fertilidad del suelo, altura inicial y grado de incidencia de insectos.

La temperatura promedio durante los tres años fue 25.9°C y la precipitación pluvial acumulada fue de 1781 mm/año, demostraron ser favorables al desarrollo de la mara.

En tres años, las plantas de teca mostraron un crecimiento heterogéneo, que variaron desde 1,34 m hasta 6,30 m con un promedio de 4,6 m. Las plantas ubicadas en la bajura que mostraron mayor fertilidad se observaron un mayor crecimiento, alcanzando un promedio de 6,14 m.

El grado de incidencia del defoliador *Rabdopterus* sp. fue similar en todos estados de desarrollo. Se observó una mortalidad del 2,1% de plantas hasta el tercer año de crecimiento.

Palabras claves: TECA *Tectona grandis* L.f. CRECIMIENTO, ALTURA DE PLANTA Y DIÁMETRO DE TALLO, TOPOGRAFIA Y FERTILIDAD DEL SUELO, DEFOLIADOR *Rabdopterus* sp.

ABSTRACT

This research entitled "FACTORS ASSOCIATED WITH THE GROWTH OF TEAK (*Tectona grandis* Lf) degraded forest ESTABLISHED UNDER THE COMMUNITY STRENGTHS" was obtained as specific objectives: a) Find the growth in three years. b) analyze the influence of topography and soil fertility and c) analyze the incidence of insects and the initial plant height.

The study was conducted on private property "Santa Rita" located in the community under Virtues, Cobija municipality, province model Antonio M. Nicolas Pando department whose geographic coordinates are: 68 ° 47.00 'West longitude and 11 ° 16.00' south latitude.

The methodology included: an initial measurement of plant height and stem diameter of all plants established, and in bases whose data obtained were classified into three groups of ten plants each: the highest, medium and smaller, in every group of ten plants medieron objects of study variables were: topography and soil fertility, initial eltura level of incidence of insects.

The average temperature during the three years was 25.9 ° C and accumulated rainfall was 1781 mm / year, proved to be favorable to the development of *Tectona grandis* L.f.

In thirteen years, lsd teak plants heterogénio showed growth, which ranged from 1.34 m to 6.30 m with an average of 4.6 m. The plants located in the trash with the greatest fertility observed a maior growth, reaching an average of 6.14 m.

The degree of incidence of defoliator *Rabdopterus* sp. was similar in all stages of development. There was a mortality of 2.1% of the plants until the third year of growth.

1. INTRODUCCIÓN

El departamento Pando, cuenta con una superficie de 63,827 km²; de los cuales el 94% de su superficie está cubierto por bosques naturales. El sector forestal es el más importante de la economía departamental. Este se refiere principalmente a la recolección de castaña y la extracción de la goma. La explotación de madera ha adquirido importancia en los últimos años; esta actividad es desarrollada por empresas grandes y medianas, así como por los dueños de las propiedades rurales. La explotación de madera se realiza orientada a conseguir beneficios a corto plazo, despreocupándose de los métodos utilizados para ello y de su impacto en el bosque. (Zonisig 1997).

La *Tectona grandis* L.f., conocido comúnmente como teca, es un árbol caducifolio de tamaño grande, natural al Sudeste de Asia, en donde alcanza 45 m de altura y desarrolla un tronco con contrafuertes al llegar a la madurez. La teca, es fuente de una de las maderas tropicales más valiosas y mejor conocidas, ha sido plantada extensamente para la producción de madera para la construcción naviera, muebles y carpintería en general. (Troup, 1991)

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

destilación. Los árboles de tamaño pequeño que han sido entresacados se usan como postes para cercas en Trinidad (Moore, 2002).

Una cocción de las hojas se utiliza como tratamiento para desórdenes y hemorragias menstruales, y como un enjuague bucal. La teca se ha introducido a los jardines botánicos como una curiosidad y ocasionalmente se planta en Puerto Rico como un árbol ornamental (White, 1991).

La regeneración artificial de la teca se puede efectuar mediante la siembra directa de semillas, la plantación en bolsas o la plantación de tocones. La siembra directa de semillas, el método más antiguo, se caracteriza por una alta mortalidad y un crecimiento lento. La plantación en bolsas produce plántulas con un sistema radical apropiado en un corto período de tiempo. La plantación de tocones ofrece varias ventajas. Los tocones se pueden producir cuando se necesiten y se pueden transportar a distancias considerables sin perder su viabilidad. (Chaudhari, 1993)

Justificación

Las investigaciones hasta ahora efectuadas sobre el establecimiento de la teca en lugar definitivo, han mostrado un crecimiento muy heterogéneo, por lo que amerita determinar los factores que influyen.

En la comunidad “Bajo Virtudes”, del departamento Pando, se cuenta con plantas de teca en desarrollo, implantadas en el lugar definitivo en el mes de marzo del año 2007, donde se existen algunos factores causales abióticos como topografía y fertilidad del suelo y bióticos como presencia de patógenos y la altura de planta inicial.

Objetivos

El objetivo general fue: determinar los factores asociados al crecimiento de la Teca (*Tectona grandis* L.f.) establecidas en bosques degradados, mientras que los objetivos específicos fueron:

- Determinar el crecimiento de la teca en bosques degradados en cuatro años.
- Analizar la influencia de factores físico-químicos, topografía y fertilidad del suelo.
- Analizar la influencia de factores bióticos como la presencia de patógenos y la altura de planta inicial.

Hipótesis:

El crecimiento heterogéneo de la teca (*Tectona grandis* L.f.) en bosques degradados se debe a factores bióticos (incidencia de insectos y la altura de planta inicial) y abióticos (topografía y fertilidad del suelo).

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

2.1.1. Origen y Distribución

La teca crece de manera natural desde la latitud 23° a la 10° N, aproximadamente, en el Sudeste de Asia, en un área que comprende la mayoría de la India peninsular, gran parte de Myanmar (conocida previamente como Burma) y partes de Laos y Tailandia (Troup, 1991).

Hace varios siglos fue introducida a Java y algunas de las islas menores del archipiélago de Indonesia y posteriormente a las Filipinas. Hoy en día la teca se ha naturalizado en estos países y plantaciones bien establecidas se extienden desde la latitud 28° N a 18° S. en el Sudeste de Asia, Australia, Africa y Latinoamérica (White, 1991).

La teca se introdujo por primera vez a la región del Caribe alrededor de 1880 a través de los Jardines Botánicos Reales en Trinidad, pero no se establecieron plantaciones en ese lugar hasta 1913. Subsecuentemente, el área de las plantaciones aumentó de 4,700 hectáreas en 1958 a 7,300 hectáreas en 1967, a 8,500 hectáreas en 1972 y a 9,700 hectáreas en 1978. (Brooks, 1999).

2.1.2. Clasificación Taxonómica (Aguirre, 1993):

Phylo : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Orden : Lamiales
Familia : Verbenaceae
Género : Tectona
Especie : T. grandis

Nombres comunes: Teca (España, Colombia y Portugal); Teck (Francia); Teck Genuine (Inglaterra y Estados Unidos). (Aguirre, 1993).

2.1.3. Descripción fenológica

La *Tectona grandis* L. f, es un árbol grande, deciduo, que puede alcanzar más de 50 m de altura y 2 m de diámetro en su lugar de origen. En Costa Rica alcanza alturas superiores a los 35 m en los mejores sitios. Es un árbol de fuste recto, con corteza áspera y fisurada de 1,2 mm de espesor, de color café claro que desfolia en placas grandes y delgadas. Los árboles generalmente presentan dominancia apical, que se pierde con la madurez o cuando florece a temprana edad, originando una copa más amplia con ramas numerosas. (Fonseca, W. 2004)

Las hojas son simples, opuestas, de 11 a 85 cm de largo y de 6 a 50 cm de ancho, con pecíolos gruesos. Inflorescencia en panículas terminales de 40 cm hasta 1,0 m de largo. Flores de cáliz campanulado, color amarillo verdoso, de borde dentado, los pétalos se juntan formando un tubo corto, 5 o 6 estambres insertados debajo del tubo de la corola, anteras amarillas, ovadas y oblongas. Estilo blanco amarillento, más o menos pubescente con pelos ramificados, estigma blanco amarillento bífido, ovario ovado o cónico, densamente pubescente, con cuatro celdas (Fonseca, W. 2004).

El fruto es subgloboso, más o menos tetrágono, aplanado; exocarpo delgado, algo carnoso cuando fresco y tomentoso; endocarpo grueso, óseo, corrugado con cuatro celdas que encierran generalmente 1 o 2 semillas de 5 mm de largo (Fonseca, W. 2004).

La producción de semillas fértiles se presenta entre los 15 y los 20 años, sin embargo, en algunos casos se da una floración temprana entre 5 y 8 años. La floración se da en los meses de junio a setiembre y la producción de frutos al inicio del verano, de febrero a abril (Fonseca, W. 2004).

Presenta una raíz pivotante gruesa y larga que puede persistir o desaparecer, pero forma numerosas y fuertes raíces laterales. Las raíces son sensibles a la deficiencia de oxígeno, de ahí que se encuentran a poca profundidad

(primeros 30 cm) creciendo en suelos bien drenados. En los primeros 30 cm de suelo se encuentra el 65 a 80% de la biomasa radical fina, mientras que la producción anual de biomasa radical fina es de 5,420 kg/ha (Fonseca, W. 2004).

2.2. IMPORTANCIA DE LA ESPECIE

El duramen de la teca, que empieza a formarse durante el sexto año, cambia de color, de verde olivo a un pardo dorado, con la exposición y el secado. La albura es amarillenta o blanquecina y difiere marcadamente del duramen. La madera tiene anillos porosos y anillos anuales de crecimiento evidentes, pero con anillos falsos ocurriendo ocasionalmente (Chavez, E. 2001).

La madera de la teca tiene una fibra recta, una textura uniformemente mediana y es aceitosa al tacto. Una fragancia ligera se puede detectar después del secado. La madera se seca al aire rápidamente y de manera satisfactoria, con una torcedura menor solamente, pero sin endurecimiento o cuarteadura superficial. La teca también se seca bien pero lentamente al horno, con cuarteaduras, rajaduras o torceduras mínimas (Fonseca W. 2004).

La madera es moderadamente dura y pesada, y es reconocido por su contracción poca y uniforme. La teca posee un peso específico promedio de 0.55 g por cm^3 , pero esta característica varía considerablemente dependiendo de la clasificación de copa del árbol. La madera se trabaja bien con herramientas eléctricas o manuales, pero contiene sílice, lo que tiende a embotar el filo de los instrumentos. Las características para el trabajo a máquina son como sigue: el cepillado, el modelado, el taladrado, el enmechado y la resistencia a rajarse con tornillos son buenas; el torneado es excelente y el lijado es muy pobre. La madera recibe bien los clavos, el barniz y el pulido, y es fácil de encolar (Torres L. 1991).

Unos estudios detallados sobre el duramen de la teca mostraron que disminuye en durabilidad entre más cerca al meollo, cuando tiene anillos de

crecimiento anchos, y cuando se deriva de árboles jóvenes. La conclusión práctica más importante de estos estudios es que no todos los trozos de duramen de teca son altamente durables, y que la mayoría de los interiores del tronco son menos durables que la madera en etapa madura. Una tasa de crecimiento muy acelerada, particularmente en las etapas tempranas de crecimiento, puede disminuir la durabilidad de manera apreciable (Chavez, E. 2001).

Es difícil de tratar el duramen de la teca con preservativos, mientras que la albura se trata fácilmente en tanques abiertos. Los postes de teca verdes responden bien a tratamientos con un preservativo consistente de sulfato de cobre al 6 por ciento, seguido por una solución de bórax al 7 por ciento, sumergiéndolos en cada solución por un período de 3 días. La madera sin pintar es resistente a los elementos, y permanece casi totalmente libre de torceduras y cuarteamiento (Torres L. 1991).

A principios de siglo, la teca fue usada en la India para la construcción de casas, puentes y muelles, así como para pilotes, coches de ferrocarril y rayos de ruedas. La estabilidad de la teca después de la manufactura la ha hecho la única madera aceptable para las cubiertas en barcos de buen tamaño. La teca también se usa para hacer muebles finos, pisos, ensambladuras, terminaciones de interior, dinteles, puertas, entrepaños, tallados, artículos torneados, tanques y cubas de gran tamaño, e instalaciones de laboratorio. Se ha reportado que la teca también es usada para mástiles y perchas, puntales en minas de carbón, traviesas de ferrocarril, chapa ornamental, pianos, órganos y armonios, llaves para violines y pipas de tabaco (de nudos en la teca). La madera también rinde un valioso aceite de brea después de la destilación. Los árboles de tamaño pequeño que han sido entresacados se usan como postes para cercas en Trinidad (Fonseca W. 2004).

La teca se ocupa para hacer triplex, y los desperdicios de la teca se han usado para hacer madera comprimida, y tableros de fibra y partículas. En la India, la teca descartada se ha mezclado con otros tipos de madera de

especies frondosas y con desperdicios de la manufactura de chapa de madera para estudiar su potencial como pulpa de madera, blanqueada y sin blanquear. Estudios preliminares mostraron que el rendimiento fue satisfactorio, y la pulpa mostró una fortaleza apropiada para la producción de papel para envolver, escribir e imprimir. Estudios adicionales sobre extractivos en Japón mostraron que las resinas de la teca mancharon las láminas de pulpa. La corteza de la teca procedente de árboles de más de 40 años muestreados en terrenos propiedad de varios departamentos forestales de la India rindió del 8.3 al 15.6 por ciento de ácido oxálico, una sustancia química importante industrialmente. El contenido calórico de varios componentes de la teca (tallos, raíces, corteza, ramas, ramitas y hojas), estudiado en Madhya Pradesh, en la India, ha sido también publicado (Gonzales, R. 1980).

En el Sudeste de Asia, la teca rinde varios productos forestales menores. La corteza contiene tanino, y las hojas machacadas producen una savia roja que se usa para teñir la seda. Las hojas han sido usadas también como material de empaque y como techado para chozas temporales. En la India, las hojas secas ya caídas se pueden procesar como una fuente de fibra para alimento peleteado para el ganado ovino (Fonseca W. 2004).

Varias partes del árbol se usan también medicinalmente. Una cocción de las hojas se utiliza como tratamiento para desórdenes y hemorragias menstruales, y como un enjuague bucal. La teca se ha introducido a los jardines botánicos como una curiosidad y ocasionalmente se planta en Puerto Rico como un árbol ornamental (Gonzales, R. 1980).

En Nigeria, áreas previamente designadas para maderaje se convirtieron para uso como combustible, y áreas designadas para postes se usaron para la producción de postes de tamaño pequeño, sostenes para cosechas de enredaderas y para leña. En Tanzania, árboles de tronco recto con una proporción alta de duramen han sido usados como postes eléctricos (Torres L. 1991).

En Trinidad, las ganancias procedentes de la venta de madera de teca para uso como postes y leña mantienen a muchos empresarios pequeños; existe también una fábrica que produce cercas de madera hendida (split fencing), postes de cerca, y madera aserrada para andamios. La teca se planta también en terrenos petroleros que no han sido aún explotados y en tierras gravemente erosionadas previamente sembradas con caña de azúcar pero todavía con potencial de ser reclamadas (Chavez, E. 2001).

2.3. REQUERIMIENTOS AGRO-ECOLÓGICOS

2.3.1. Clima:

En el área de distribución natural, en la India, crece en lugares con temperaturas entre 13°C y 40°C, con una media de 24°C. Sin embargo, para un óptimo desarrollo se considera una temperatura media de 25°C, con un rango 24-30° C. En Costa Rica se encuentra en clima seco y húmedo en donde la temperatura alcanza hasta 38°C, pero con promedios anuales de 23 y 27°C. Se reporta un amplio rango de precipitación que va desde 1000 a 3750 mm/año, con una época seca bien definida de 3 a 5 meses, con extremos de 500 a 5000 mm/año. (Heredia 2004)

La teca tolera una gran variedad de climas pero crece mejor en condiciones tropicales moderadamente húmedas y calientes. Gran parte del área de distribución natural de la teca se caracteriza por climas de tipo monzonal, con una precipitación de entre 1.300 y 2.500 mm por año y una estación seca de 3 a 5 meses. La cantidad de lluvia óptima para la teca es de entre 1.500 a 2.000 mm por año, pero soporta precipitaciones tan bajas como de 500 mm y tan altas como de 5.100 mm por año (González, 1980).

La teca tolera grandes variaciones de temperatura, que varían entre 2 y 48°C. En la India, la teca es un componente común en los bosques clasificados como muy secos, secos, semi-húmedos, húmedos y muy húmedos. La precipitación anual en estas áreas, respectivamente, varían

entre menos de 900 mm, 900 a 1.270 mm, 1.270 a 1.650 mm, 1.650 a 2.540 mm, hasta más de 2.540 mm. El clima óptimo para la teca, que se puede encontrar en la costa occidental de la India, posee una temperatura que varía entre 16 y 40°C. La teca también se extiende a las áreas sujetas a heladas ligeras (Chaves y Fonseca, 1991).

2.3.2. Suelos

La teca crece en áreas entre el nivel del mar, como en Java, hasta una altitud de 1,200 m en el centro de la India. Se establece sobre una variedad de suelos y formaciones geológicas, pero el mejor crecimiento ocurre en suelos aluviales profundos, porosos, fértiles y bien drenados, con un pH neutral o ácido. La teca tolera condiciones de suelo muy extremas, siempre que exista un drenaje adecuado. Los factores limitantes más importantes en cuanto a los suelos son la poca profundidad, las capas duras, las condiciones anegadas, los suelos compactados o arcillas densas con un bajo contenido de Ca o Mg. Se ha demostrado también que la teca es sensible a las deficiencias de fosfatos. Las pendientes escarpadas, el drenaje pobre y las altitudes de más de 1,000 m también influyen el crecimiento de una forma negativa. (Geigel, 1997)

La teca crece bien en piedra arenisca porosa, pero sufre achaparramiento en cuarcita o en piedra arenisca dura y metamórfica. Se le encuentra también en suelos de granito, esquistos y otras rocas metamórficas. Más aún, crece bien en suelos de piedra caliza en donde la roca se ha desintegrado para formar una marga profunda. El crecimiento es pobre sobre piedra caliza dura, en donde el suelo no es profundo. (Salazar y Albertin, 1994).

En la India, la teca crece sobre terreno montañoso y ondulado. A pesar de que la topografía parece tener importancia principalmente por sus efectos sobre la profundidad del suelo y el drenaje, varios de los mejores rodales en terrenos montañosos de la India poseen los aspectos más templados del norte y el este. En Puerto Rico, la teca es una especie con gran potencial

para pendientes cóncavas bajas y valles a poca altitud en regiones montañosas, y para valles estrechos y áreas hundidas en terreno kárstico. En Costa Rica el crecimiento de la teca se calificó como satisfactorio en un número de sitios previamente ocupados por matorrales secundarios o por cosechas anuales (Geigel, F.B. 1997).

2.4. COBERTURA FORESTAL ASOCIADA

En la India se registraron 76 especies de árboles de acuerdo a región climática como socios de la teca. Estos variaron desde especies de *Acacia* y *Cassia* en las regiones de secas a semi-húmedas, hasta *Gmelina arborea* Linn. en las regiones semi-húmedas. Tres especies de *Stereospermum* se registraron para las regiones de semi-húmedas a húmedas, con varias especies de *Xylia* en las regiones muy húmedas. Cinco especies de *Terminalia* crecen junto con la teca en todas las regiones, y por lo menos dos de éstas son comunes en cada región. Unos bosques de teca mejor desarrollados crecen en las regiones más húmedas, mientras que en las áreas más secas la especie no alcanza gran tamaño (González, 1980).

En Myanmar la teca se encuentra asociada con seis tipos de bosque que van de bosques semi-siempreverdes tropicales y húmedos, pasando por bosques caducifolios húmedos bajos y altos, y por bosques caducifolios secos, hasta bosques muy secos tipo indiang y semi-indiang (108). *Michelia champaca* Linn., *Shorea assamica* Dyer., *Tetrameles nudiflora* R. Br., y especies de los géneros *Dipterocarpus*, *Cedrela*, *Dysoxylum* y *Eugenia* se encuentran entre los socios más comunes de la teca en los bosques semi-siempreverdes. En los bosques caducifolios, húmedos y mixtos bajos, la teca se encuentra asociada con numerosas especies, pero *Anogeissus acuminata* Wall., *Salmania malabarica* D. C., *Albizia procera* (Roxb.) Benth. y *Tetrameles nudiflora* R. Br. tienden a ocurrir como las especies dominantes. En los bosques caducifolios, húmedos y mixtos altos, la teca se encuentra más dispersa que en el tipo previamente mencionado y está asociada con *Xylia dolabriformis* Benth., *Terminalia tomentosa* W. & A., *T. belerica* Roxb., *T.*

pyrifolia Kurz., Homalium tomentosum Benth. y Gmelina arborea Linn., entre otras (Gajasen, J. y Jordan, C. F. 1990).

En los bosques caducifolios y secos de Myanmar, la teca está asociada con muchas de las especies encontradas en los bosques húmedos, al igual que con Shorea oblongifolia, Pentacme siamensis Kurz., Cassia fistula L. y Acacia catechu Willd. En el bosque indiang la teca no alcanza gran tamaño y es de calidad inferior. Crece junto con Dipterocarpus tuberculatus Roxb. En bosques semi-indiang, la teca se encuentra usualmente suprimida y exhibe mala forma. Entre otras especies presentes están P. siamensis Kurz., S. oblongifolia, D. tuberculatus, T. tomentosa, Lannea arandis (Dennst.) Engl. y Strychnos nux-blanda A. W. Hill. Los bosques más valiosos de teca en Tailandia se encuentran en su región norte (63). Los socios principales de la teca en este bosque caducifolio mixto y maduro incluyen a Xylia kerrii Craig. & Hutch., Careya arborea Roxb., Diospyros mollis Griff., Nauclea orientalis Linn. y T. belerica (Gajasen, J. y Jordan, C. F. 1990).

2.5. CRECIMIENTO.

Un árbol notable de teca, con una edad estimada de 327 años y midiendo 41.6 m de alto y 2.0 m en d.a.p., se reportó en Kerala en la India. El árbol, todavía creciendo activamente en 1977, tuvo unos incrementos anuales promedio de 1.25 cm de diámetro y de 0.43 cm de altura. Varios otros árboles de gran tamaño se han reportado, uno de los cuales tuvo un total estimado de 25 m³ de madera (Troup, 1991).

El espaciamiento en las plantaciones de teca depende en gran medida del producto deseado, como leña, postes, maderaje o una mezcla de productos a varios puntos de la rotación. Los espaciamientos tradicionales para las plantaciones de teca varían entre 1.5 por 1.5 m y 4.6 por 4.6 m, con algunos espaciamientos irregulares de 3 por 6 m. Un espaciamiento de 3 por 3 m en plantaciones puras se usa comúnmente para la producción de madera. En terreno escarpado, se han sugerido unos espaciamientos mayores para

estimular la vegetación terrestre baja y así prevenir la erosión (Chaves y Fonseca, 1991).

Un estudio de la biomasa fija en compartimientos de la teca (copa, tronco y raíces) en un bosque seco y caducifolio en la India, con árboles variando entre 7 y 120 años de edad, mostró que el crecimiento en altura fue más rápido entre los 10 y 50 años de edad, después de lo cual declinó. La edad para el desarrollo máximo de la copa fue de entre 20 y 40 años, cuando los árboles variaron entre 8 y 16 cm en diámetro. (Saldarriaga, 1999)

La tasa de acumulación de biomasa en el tronco, a su vez, aumentó entre los 10 y 15 años de edad, para declinar hasta los 40 años, después de lo cual aumentó de nuevo entre los 50 y 120 años de edad. La producción máxima de raíces tuvo lugar entre los 40 y 50 años de edad. En otro estudio en los bosques de teca secos y caducifolios, la productividad máxima para los árboles oscilando entre 6 y 50 años de edad, se encontró entre los 33 y 50 años (Torres y Silverborg, 1992).

Las rotaciones de la teca en la India son una función de los tipos de bosque y de los sistemas de manejo (37). En la mayoría de las áreas en donde la teca ocurre en rodales mixtos, el énfasis ha sido hacia cosechas de árboles de edades similares con rotaciones que varían entre los 70 y 150 años. El sistema de rebrotes (coppice), o el sistema de rebrotes con estándares en algunos lugares más secos, se maneja con rotaciones de entre 40 y 60 años. Las cosechas de las plantaciones, a su vez, tienen rotaciones de entre 50 y 80 años (Torres y Silverborg, 1992).

A pesar de que el crecimiento depende de muchos factores como localidad, la edad, la densidad de la plantación y el manejo del rodal, el incremento anual promedio de la teca se reporta generalmente como de entre 10 a 25 m³ por hectárea por año, con la mayoría de los cálculos tendiendo hacia la parte inferior de ese intervalo. Una tabla regional de clasificación por sitio para la región del Caribe muestra que la teca alcanza una altura máxima promedio

(la altura promedio de los 100 árboles más grandes por hectárea) de casi 30 m en los mejores sitios y de 12 m en los peores. Los incrementos anuales promedio en volumen correspondientes varían dependiendo de varios factores, entre los cuales se encuentran la clase y la edad del sitio, y alcanzan promedios de 14 m³ por hectárea por año. Fuentes para tablas publicadas previamente sobre volúmenes, índices del sitio, e información sobre alturas y diámetros alcanzados en diferentes localidades para plantaciones de varias edades, más que nada en la América tropical. El crecimiento en altura de los árboles de teca dominantes parece disminuir más rápidamente con el tiempo en el Geotrópico que en las áreas en donde son nativos (Keogh, 1990).

Existen estudios sobre el reciclaje de nutrientes en los suelos bajo plantaciones de teca. En Nigeria, casi el 70 por ciento de la hojarasca en un rodal de teca variando entre 4 y 6 años de edad cayó entre diciembre y marzo (Geigel, F.B. 1997).

Más del 90 por ciento de los nutrientes vegetales (N, P, K, Ca, Mg y Na) se encontraron en la hojarasca. A pesar de que se han implementado numerosos experimentos sobre el abono de la teca, las variaciones en las condiciones ambientales y las procedencias involucradas hacen que la elaboración de reglas para el abono de la teca sea extremadamente difícil. La opinión general es que, pesar de que el crecimiento se puede incrementar mediante el abono bajo ciertas condiciones, en general no vale la pena el abonar; por lo tanto, si el sitio es apropiado para el crecimiento de la teca, el abono no es necesario (Chaves, E. 1991).

Comportamiento Radical. La teca produce una raíz pivotante gruesa y larga, al principio de apariencia blanquecina y delicada, y después tornándose de color pardo claro y leñosa. Puede persistir o desaparecer, pero en cualquier caso, numerosas y fuertes raíces laterales se desarrollan. Debido a que las raíces de la teca son sensibles a las deficiencias en oxígeno, a menudo permanecen a poca profundidad, creciendo mejor en suelos bien aireados.

Sin embargo, en una sabana de Nigeria, raíces de teca fueron observadas penetrando una capa de costra férrea dura (capa de plintita) a una profundidad de 40 a 60 cm (Troup, 1991).

Existen varios estudios disponibles sobre los sistemas radicales de la teca. En Venezuela, la teca no produjo una raíz pivotante de importancia, pero formó de tres a seis raíces laterales que alcanzaron un gran tamaño cerca de la base del tronco. En Tailandia, la profundidad, el diámetro, el largo y la distribución de las raíces de numerosos árboles de teca de entre 1 a 20 años de edad mostraron que la tasa de crecimiento radical disminuyó con la edad y que la raíz pivotante perdió su capacidad de penetrar el suelo. A pesar de que los patrones de crecimiento de las partes vegetales sobre y bajo el terreno variaron con la edad, se mantuvo una relación de peso aproximada de 5 a 1, respectivamente. Más aún, tanto las raíces laterales como verticales se concentraron en los primeros 30 cm del suelo (Saldarriaga, J.G. 1999).

Varias observaciones minuciosas se han hecho con respecto al desarrollo radical de la teca en la India. La variación temporal en la distribución espacial del crecimiento en biomasa radical fina se estudió en una plantación en un bosque tropical seco de 19 años de edad en donde la precipitación anual promedio fue de 1000 mm por año. La producción de biomasa radical fina anual promedio fue de 5,420 kg por hectárea, aproximadamente en el medio de la distribución global de valores reportados para especies de árboles. El crecimiento máximo de raíces ocurrió durante la estación lluviosa, con todos los tamaños radicales mostrando un patrón de crecimiento estacional y bimodal durante el año. La cantidad de biomasa radical varió de acuerdo a la estación, con 1.4 veces más durante la estación lluviosa que en la seca (Saldarriaga, J.G. 1999).

Entre el 65 y el 80 por ciento de la biomasa radical fina se encontró en los primeros 30 cm de suelo, con la mayoría concentrándose entre 10 y 20 cm. Raíces de menos de 2 mm de diámetro constituyeron la mitad o más del total de la biomasa radical. En otro estudio, la distribución lateral y vertical de la

biomasa radical fina bajo árboles de teca de 5 a 40 cm de circunferencia y de entre 2 y 20 años de edad se muestreó a tres diferentes distancias de la base del árbol hasta una profundidad de 40 cm durante el apogeo de la temporada de crecimiento. La masa radical total se separó en raíces vivas de teca, raíces muertas de teca, masa radical herbácea y materia orgánica del suelo. La masa radical varió de acuerdo a la circunferencia del árbol, la distancia del árbol y la profundidad del suelo. La masa radical total y la relación de la masa radical muerta al total de la biomasa radical de la teca aumentaron con la circunferencia del árbol. Para árboles de menor tamaño, la mayoría de la masa se encontró a 1 m de distancia de la base del árbol, mientras que en árboles de más de 30 cm de ancho, la mayor acumulación se encontró a 50 cm de distancia de la base del árbol. Todos los componentes de la masa radical total aumentaron con la circunferencia del árbol, a excepción de la masa radical herbácea, la cual disminuyó marcadamente. La mayoría de la masa radical herbácea se encontró en los primeros 10 cm de suelo, mientras que la mayoría de las raíces vivas de teca se encontraron entre 10 y 30 cm. La biomasa viva de la teca de menos de 1 mm disminuyó de manera consistente con la profundidad, y se encontró mejor desarrollada cerca de la base del árbol (Singh, K. y Srivastava, S. 1984).

Las dimensiones de los sistemas radicales de 11 árboles de teca variando entre 7 y 120 años de edad se midieron en un bosque seco de la India. Las raíces pivotantes fueron profundas y robustas; las raíces secundarias y terciarias fueron prominentes pero escasas (Singh, K. y Srivastava, S. 1984).

2.6. MANEJO.

En la actividad forestal, específicamente en el establecimiento y manejo de plantaciones para producción de madera para aserrío, la selección del sitio, la especie, el material vegetativo y la intensidad de manejo aplicada, así como el momento que se realicen las labores silviculturales, determinan el éxito o el fracaso, y la cuantía de estos normalmente se mide con la cantidad de dinero obtenida a final del ciclo de corta.

2.6.1. Deshijas

Esta práctica silvicultural, cuando sea necesaria, consiste en la selección del eje principal y se realiza cuando los brotes alcancen 50 cm de altura. Es normal que los brotes en la base del árbol aparezcan varias veces durante los dos primeros años y se recomienda eliminarlos para disminuir la competencia.

2.6.2. Raleos

El manejo de la densidad en plantaciones forestales es una actividad que se planifica para controlar la estructura, la productividad, el tamaño de los árboles y el tiempo transcurrido hasta la cosecha final, todo esto en función de la especie, de los objetivos de producción y de la calidad del sitio

En el manejo de plantaciones, la aplicación de raleos o aclareos ha sido motivo de controversia para los propietarios de las mismas, por el alto costo de la operación, por la falta o ausencia de mercado para los productos a obtener y muchas veces se cuestiona el hecho de plantar muchos árboles, con un costo altísimo y tener que eliminarlos años después. En otras ocasiones, la falta de información para aplicar esta práctica es motivo de preocupación, si se desea aplicarla en el momento oportuno y con la intensidad adecuada para maximizar el crecimiento de la especie, esta preocupación aumenta cuando se trata de especies poco utilizadas en plantación.

El raleo es una operación realizada en una plantación de edad uniforme que consiste en la corta de árboles, su objetivo es redistribuir el potencial de crecimiento manteniendo el crecimiento en altura y en diámetro en niveles aceptables o mejorar la calidad de los árboles residuales (Fotos 3.1, 3.2).

Actualmente, el incremento en salarios y la falta de personal está llevando a la necesidad de hacer los raleos más intensos y menos frecuentes y a la

adopción de espaciamientos iniciales mayores para que los raleos sean los mínimos.

Existen cinco métodos clásicos de hacer un raleo: bajo, alto (copas), de selección, mecánico y libre. Este último es el método de mayor aplicación en nuestro medio y el que conlleva a mayor cuidado por parte de las personas encargadas de aplicarlo, ya que los árboles se cortan sin apegarse a ningún esquema, considerando la opinión del técnico sobre cómo debe desarrollarse el rodal, tomando en cuenta criterios como: clase de copa, vigor, espaciamiento, ramificación, forma, sanidad, entre otros.

El espaciamiento entre los árboles, la época y la intensidad de los aclareos influyen mucho sobre el ritmo de crecimiento y el rendimiento de la plantación. Si el aclareo se demora, las tasas de crecimiento descienden o se paralizan, mientras que si el aclareo es prematuro o demasiado intenso, los árboles tienen mayor tendencia a producir ramas laterales y brotes superficiales; esto reduce el rendimiento potencial de la plantación, ya que el crecimiento se desvía del tronco principal, que debería estar libre de defectos como los causados por ramas laterales y brotes superficiales. Un raleo oportuno favorece más el crecimiento que la aplicación de fertilizantes.

Tectona responde bien a raleos fuertes sin que se afecte el crecimiento en altura y se favorece el incremento en diámetro. El programa de raleos depende de la densidad inicial, generalmente, el primero se debe realizar cuando las copas comienzan a entrar en contacto, aproximadamente a los 4 o 5 años de edad. En el caso de teca, no tolera la fricción de copas y es incapaz de mantener un dosel cerrado.

Uno de los métodos para diagnosticar el estado de la plantación con el fin de prescribir aclareos, es el uso del Índice de Densidad del Rodal (IDR), que expresa la relación entre el tamaño de los árboles y la densidad del rodal.

Varios sistemas de aclareo han sido propuestos basados en tres criterios: la altura de los árboles, el índice de espaciamiento relativo de Hart ($S\%$) y el área basal. En el primer caso se propone realizar el primer aclareo cuando los árboles alcancen 8 metros de altura, cortando en forma semimecánica el 50 % de los árboles y la segunda intervención cuando la altura alcance los 15 m dejando una densidad de 500 árboles/ha. Algunos autores han utilizado el índice de espaciamiento relativo de Hart (5%) para prescribir aclareos en un rango de 20% a 28%. Cuando se utiliza el área basal como criterio para realizar los aclareos, se deja que la plantación alcance 20-25 m²/ha y se corta hasta dejar 14-17 m² /ha.

A nivel mundial se mencionan otras opciones de aclareos muy similares, tienen en común el primer raleo entre el tercer y quinto año, eliminando aproximadamente el 50% de los árboles. También se propone el primer raleo cuando los árboles alcancen 8 m de altura y el segundo cuando lleguen entre 16 y 18 m.

Los espaciamientos estrechos con aclareos frecuentes parecen ser más productivos en cuanto a rendimiento total que los espaciamientos más amplios con pocos aclareos, en cambio, estos últimos permiten alcanzar diámetros mayores en tiempos más cortos. Los espaciamientos reducidos y la falta de aplicación de aclareos no conducen a plantaciones rentables. Espaciamientos relativamente reducidos (1110-1600 árboles /ha) con aclareos frecuentes a muy frecuentes (3 a 5) y con un primer aclareo temprano (5 a 6 años) son los de mayor rentabilidad.

Los raleos fuertes en teca favorecen la calidad de los árboles, el fuste es más cilíndrico, aumenta el volumen de duramen, mientras que la densidad de la madera disminuye.

Estudios recientes indican que independientemente de la densidad inicial empleada, entre el año 5 y 6 deben existir entre 500 y 600 árboles por hectárea y en el año 10 ó 12 debe estar definida la densidad final. Estas

densidades permiten aprovechar al máximo el potencial de crecimiento de la especie y reducir los turnos de rotación.

2.6.3 Podas

Esta labor se realiza a edades tempranas, cuando las ramas aún son delgadas. El objetivo es minimizar en cierto grado el tamaño de las copas y de las ramas laterales para mejorar la calidad y el aspecto de la madera y en consecuencia su valor, con madera libre de nudos para aserrío y chapa. La poda debe realizarse a ras del tronco, sin causar heridas u otros daños. Generalmente se hace con herramientas convencionales como machete y sierras manuales, actualmente se están usando motosierras y podadoras con varas telescópicas, especialmente útiles para ramas gruesas y cuando la poda debe realizarse a mayor altura.

Se aplica a los mejores árboles después del raleo, podando hasta un tercio de su altura o máximo al 50% de su copa viva y se cortan solo las ramas que el árbol no puede eliminar por sí mismo; aunque la teca en densidades normales presenta buena poda natural.

Se reporta para Costa Rica, específicamente en Macorí (Garza, Guanacaste) que la podas empiezan a los dos años, podando hasta 6 m de altura o 2/3 partes de la altura. También se recomienda en Costa Rica, independientemente de la calidad de sitio, realizar la primera poda cuando el árbol alcance de 3 m a 5 m de altura, podando de 1,5 m a 3,0 m; la segunda poda debe realizarse después del primer raleo o cuando los árboles hayan alcanzado una altura entre 9,0 y 10,0 metros, podando hasta una altura de 3,5 m a 5,0 m y la tercera, cuando los árboles alcanzan los 12,0 metros de altura total, eliminando las ramas hasta los 7,0 m. Después de la poda los árboles producen ramas adventicias a partir o inmediatamente después adyacente a la cicatriz.

2.6.4 Manejo de rebrotes y de la regeneración natural

La especie tiene buena capacidad de rebrote, por lo que después de una corta total se ahorran los costos de plantación. En plantaciones después de raleadas, el crecimiento acelerado que muestran los rebrotes producen competencia a los árboles que quedan en pie. Su eliminación ha sido objeto de estudio, llegando a obtener hasta un 83% de efectividad, independientemente de la época lunar (creciente y menguante), al utilizar una mezcla de herbicidas: Aminacop 72% dosis de 2-4D + tordón 101 + piclorán, tres onzas por bomba de espalda de 16 litros.

En la India, Myanmar y Tailandia, en el manejo de bosques naturales se ha utilizado el tratamiento de monte bajo con diferentes sistemas adecuados a las condiciones locales, particularmente en los bosques donde los árboles no alcanzan gran tamaño por la excesiva aridez u otras deficiencias de la estación. Un ejemplo es el sistema de “monte bajo con resalvos”, en el que se seleccionan de 25 a 50 árboles/ha y se mantienen como árboles seminales, el resto se corta para producir brotes de cepa. La rotación oscila entre 30 y 60 años y muy raramente alcanza 80 años.

La regeneración natural de *Tectona* se da en forma aceptable si los frutos caen en sitios libres de malezas y con buen sol. La especie brota vigorosamente de cepa y con frecuencia los incendios favorecen la regeneración natural de los árboles adultos.

2.6.5 Evaluación de la calidad de sitio

La calidad del sitio o productividad de los terrenos comúnmente se expresa por medio del índice de sitio, que es la capacidad de un sitio para producir bosque u otro tipo de vegetación en un tiempo dado, como consecuencia de una interacción entre factores climáticos, edáficos, topográficos y bióticos.

La productividad de un sitio se ha venido estudiando en gran cantidad de países a través del establecimiento de parcelas permanentes de muestreo

(PPM), análisis fustal y más recientemente se han utilizado las parcelas temporales, dando origen a tablas de manejo.

Para evaluar la calidad de sitio con especies forestales se han utilizado dos métodos: la estimación directa que considera principalmente la altura de los árboles y la estimación indirecta, a través de variables climáticas, factores fisiográficos y aspectos edáficos.

2.6.6. Control y combate de plagas y enfermedades

La teca se encuentra relativamente libre de plagas y enfermedades y es considerada como muy resistente al ataque de hongos e insectos. Los ataques registrados en bosques naturales, plantación o madera en uso, han sido de poca importancia, aunque la madera joven no dura más de 5 años si está en contacto con el suelo, la albura es susceptible al ataque de hongos, básicamente *Lyteus* iniciándose el ataque después del año.

La resistencia está correlacionada con la cantidad de extractos o aceites en la madera. El duramen es resistente a las termitas de la madera seca, moderadamente resistente a las termitas subterráneas y es atacado fácilmente por la polilla de mar. La albura es muy poco resistente a las termitas.

Al comparar la resistencia de teca a los hongos *Ustulina deusta* Fr, *Polyporus versicolor* (Linn) y *Lenzites traber* (pers) se ha encontrado que la albura es poco resistente a los hongos *Ustulina* y *Polyporus* y el duramen altamente resistente debido al contenido de extractivos que posee. Es atacada por varias enfermedades criptogámicas y una pudrición de la raíz, que solo afecta con gravedad en sitios muy pobres o muy húmedos.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en la propiedad privada del señora Deysi Patruni Montenegro denominada “Santa Rita”, ubicado en la comunidad “Bajo Virtudes”, municipio Cobija, provincia Nicolás Suárez del departamento Pando.

Geográficamente se halla ubicada entre los paralelos 11°16'00" de latitud Sur y entre los meridianos 68°47'00" de longitud Oeste.

3.2. MATERIALES

Equipos y herramientas de campo

- Cinta métrica
- Cinta diamétrica
- Libreta de campo
- Computadora e impresora
- Cámara fotográfica digital

Material vegetal e insumos:

- Plantas de Teca (*Tectona grandis* L.f.), establecidas con tres años de anterioridad.

3.3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En la propiedad privada donde se realizó la investigación actualmente se cuenta plantas de teca establecidas en el mes de enero del año 2007, los mismos muestran un desarrollo muy heterogéneo, por lo que se efectuaron las siguientes actividades específicas.

Medición inicial: consistió en la medición de la altura de planta y diámetro de tallo de todas las plantas establecidas.



En base a los datos obtenidos se clasificaron en tres grupos de diez plantas cada una: las más altas, las medianas y las más pequeñas.

A continuación en cada grupo de diez plantas se midieron las variables objeto de estudio, de acuerdo al detalle que se describe en el siguiente acápite y como se muestra en el siguiente croquis.

589	494	462	492	524	297	388	445	495	593	406	327
623	452	304	500	412	417	505	546	458	386	495	591
555	630	603	615	442	489	580	328	499	515	410	402
	493	340	629	601	398	487	477	493	440	327	134
570	290	309	513	613	624	602	496	510	511	518	541
393	273	499	597	585	602	584	328	571	136	157	498
545	600	600	211	455	517	409	590	268	443	398	523
275		215	510	248	461	262	405	571	413	412	509

Plantas grandes
Plantas medianas

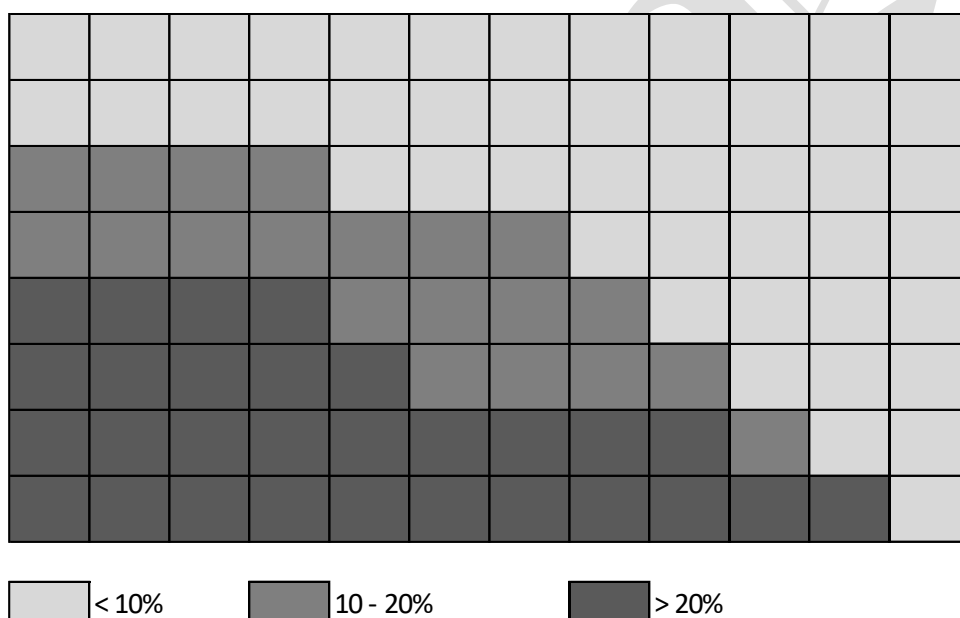
Plantas pequeñas
Plantas muertas

3.4. METODOLOGÍA EMPLEADA EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS:

Los métodos empleados en el procedimiento experimental se describen a continuación:

a) Topografía del suelo

Con la ayuda de un GPS y clinómetro, se midió la pendiente vertical (sobre las hileras) y horizontal (en las filas), expresándolo en porcentaje.



b) Fertilidad del suelo:

Del área circundante (2 metros de radio) de cada de planta se recolectaron muestras de suelo hasta una profundidad de aproximadamente 50 cm, se mezclaron las muestras obtenidas de las diez plantas y por el método de cuarteo se obtuvo una muestra representativa de aproximadamente un kilogramo.



Las muestras fueron enviadas al laboratorio de suelos de la Universidad Federal del Acre – Brasil, donde se sometió al análisis físico químico de las muestras y se determinaron del contenido de macro y micro nutrientes.

c) Altura inicial:

Para obtener esta información se recurrirá a la información documental, registrado durante el trasplante o establecimiento de las plantas en el lugar definitivo, y mediante el análisis de regresión y correlación se determinará si hubo influencia de esta variable.

d) Incidencia de insectos y enfermedades:

Mediante observación directa se determinó si hubo o no la el ataque de este insecto.

3.5. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos obtenidos fueron vaciados en una hoja electrónica EXCEL y posteriormente sometidos al análisis de varianza mediante el paquete estadístico SPSS 11.5.

4. RESULTADOS

4.1. CONDICIONES CLIMATICAS

La temperatura promedio durante el periodo de estudio (2007 – 2009) y la media normal (1931 – 1990) se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 1.

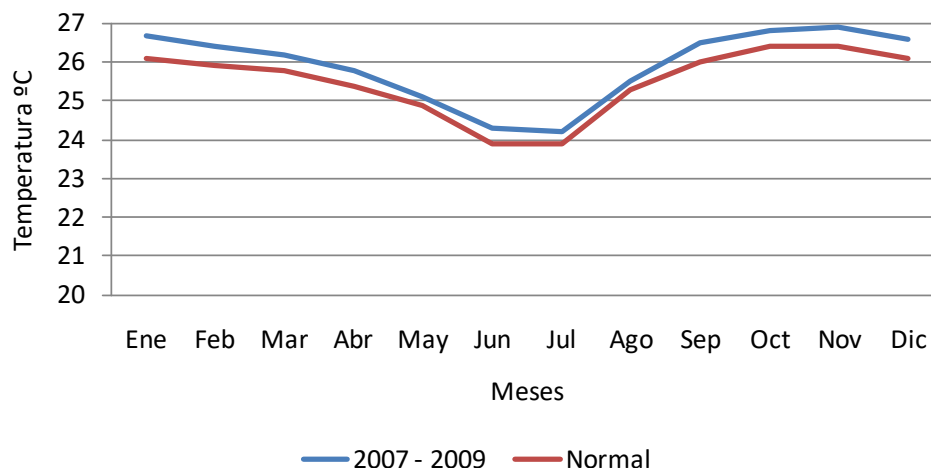
Promedios de temperatura durante el estudio y media normal

Meses	Normal	2007 – 2009	Diferencia
Ene	26,7	26,1	0,6
Febrero	26,4	25,9	0,5
Marzo	26,2	25,8	0,4
Abril	25,8	25,4	0,4
Mayo	25,1	24,9	0,2
Junio	24,3	23,9	0,4
Julio	24,2	23,9	0,3
Agosto	25,5	25,3	0,2
Septiembre	26,5	26,0	0,5
Octubre	26,8	26,4	0,4
Noviembre	26,9	26,4	0,5
Diciembre	26,6	26,1	0,5
Promedio	25,9	25,5	0,4

Fuente: SENHAMI (2010)

Gráfico N° 1

Promedios de temperatura durante el estudio y media la normal



Durante el periodo de estudio, se registró un promedio de 25.9°C y que según los meses varían desde 24,2°C en el mes de julio hasta 26,9°C en el mes de noviembre, con respecto a la normal, es posible afirmar que la temperatura incremento en 0,4°C.

La precipitación mensual acumulada durante el periodo (Ene 2007 – Dic 2009) de estudio y su comparación con la media normal (1931 – 1990) se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 2.

Precipitación mensual acumulada durante el estudio
comparado con media la normal

Meses	Normal	2007 – 2009	Diferencia
Ene	229	244	-15
Febrero	253	248	5
Marzo	235	238	-3
Abril	158	180	-22
Mayo	114	93	21
Junio	30	29	1

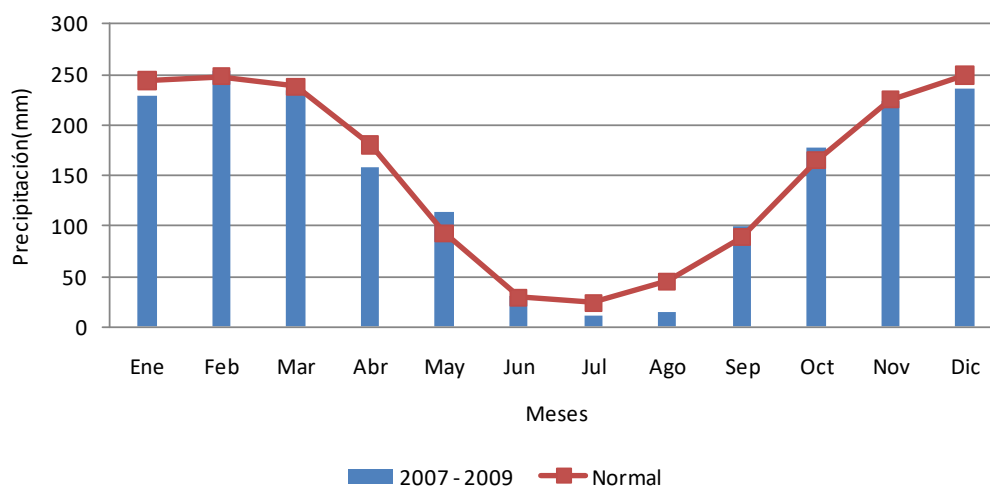
Julio	12	24	-12
Agosto	15	45	-30
Septiembre	99	89	10
Octubre	177	165	12
Noviembre	223	225	-2
Diciembre	236	249	-13
Promedio	1781	1829	-48

Fuente: SENHAMI (2010)

Durante el periodo de estudio, se registró un promedio de 1781 mm por año y según los meses varían desde 12 mm en el mes de julio hasta 253 en el mes de febrero, con respecto a la normal, es posible afirmar que la precipitación pluvial disminuyó en 48 mm.

Gráfico N° 2

Precipitación pluvial mensual acumulada durante el estudio
comparado con media la normal



4.2. CRECIMIENTO EN ALTURA

Los resultados de la medición de altura de planta se muestran en el Anexo N° 2 y la distribución de frecuencias por clases de altura que se muestra en el cuadro N° 3,

Cuadro N° 3.- La distribución de frecuencias por clases de altura

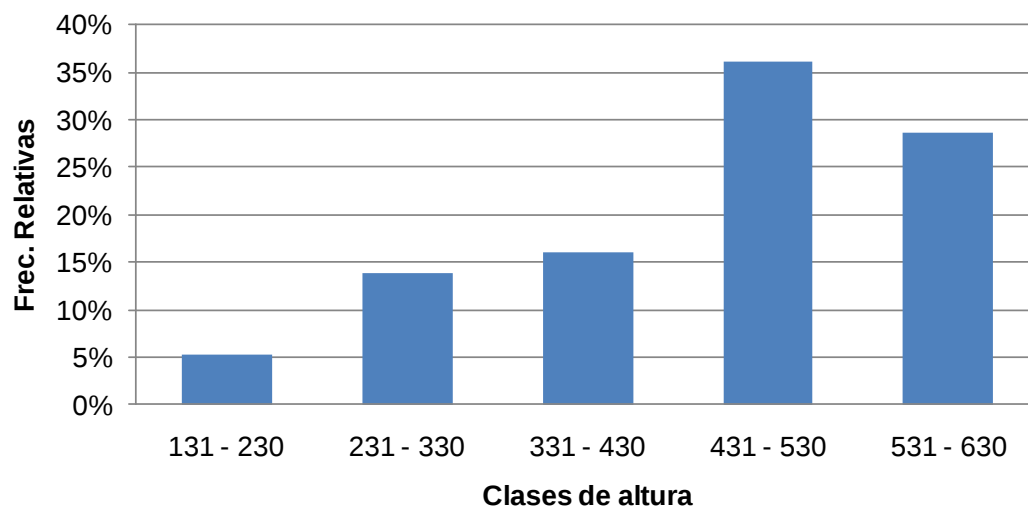
Clases de altura (cm)	Marcas de clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frec. Ac.Rel.
131 - 230	180	5	5,3%	5	5,3%
231 - 330	280	13	13,8%	18	19,1%
331 - 430	380	15	16,0%	33	35,1%
431 - 530	480	34	36,2%	67	71,3%
531 - 630	580	27	28,7%	94	100,0%
Total		94	100,0%		

Fuente: Elaboración propia

Considerando que en el área efectiva a evaluar fueron establecidas un total de 96 plantas y actualmente permanecen 94 individuos, esto equivale a una mortalidad de 2,1% de plantas durante los tres años, por diferentes razones entre las cuales se puede señalar la escasa humedad durante los meses más secos del año.

La información anterior, permite afirmar que durante los tres años, en promedio las plantas alcanzaron un promedio de 460 cm y una desviación típica de ± 121 cm, la mayor proporción de plantas se concentran entre 430-530 cm con el 36,2%, mientras que la menor proporción corresponden a las clases inferior a 230 cm.

Gráfico N° 3.- La distribución de frecuencias por clases de altura



4.3. CRECIMIENTO EN DIAMETRO DE TALLO

Los resultados de la medición del diámetro del tallo se muestran en el Anexo N° 2 y la distribución de frecuencias por clases diamétricas en el cuadro N° 4

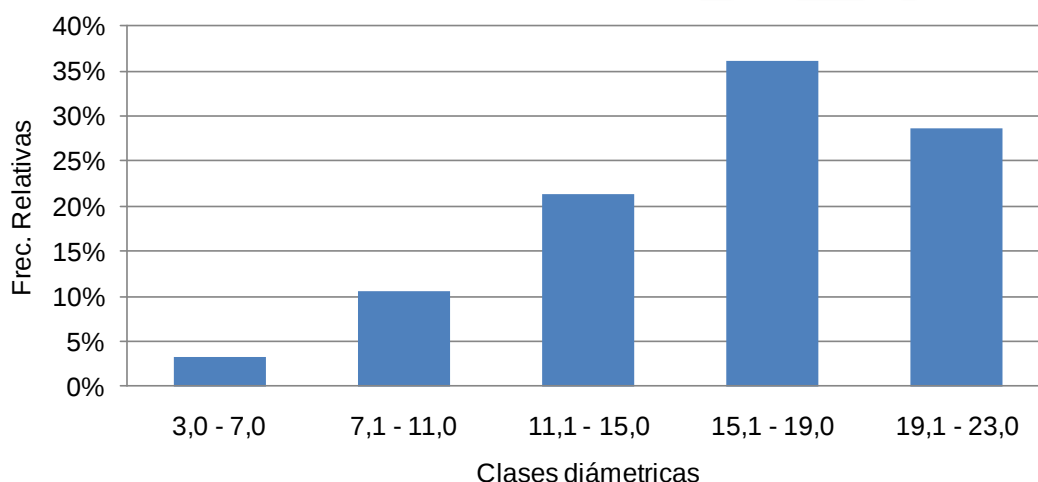
Cuadro N° 4.- La distribución de frecuencias por clases diamétricas

Clases diám. (cm)	Marcas de clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frec. Ac.Rel.
3,1 – 7,0	5	3	3,2%	3	3,2%
7,1 – 11,0	9	10	10,6%	13	13,8%
11,1 – 15,0	13	20	21,3%	33	35,1%
15,1 – 19,0	17	34	36,2%	67	71,3%
19,1 – 23,0	21	27	28,7%	94	100,0%
Total		94	100,0%		

Fuente: Elaboración propia

La información anterior, permite afirmar que durante los tres años, las plantas alcanzaron un promedio de 16,4 cm de diámetro de tallo con una desviación típica de $\pm 4,3$ cm, la mayor proporción de plantas se concentran entre 15,1 – 19,0 cm con el 36,2%, mientras que la menor proporción corresponden a la clase entre 3,1 a 7,0 cm con solo 3,2%

Gráfico N° 4.- La distribución de frecuencias por clases diamétricas



4.4. EFECTO DE LA TOPOGRAFIA DEL SUELO

En el cuadro N° 5 se observa el número de plantas de teca en los tres tipos de topografía del suelo, el mismo permite afirmar que las plantas de mayor altura se concentran en la llanura, mientras que las de menor altura en la meseta.

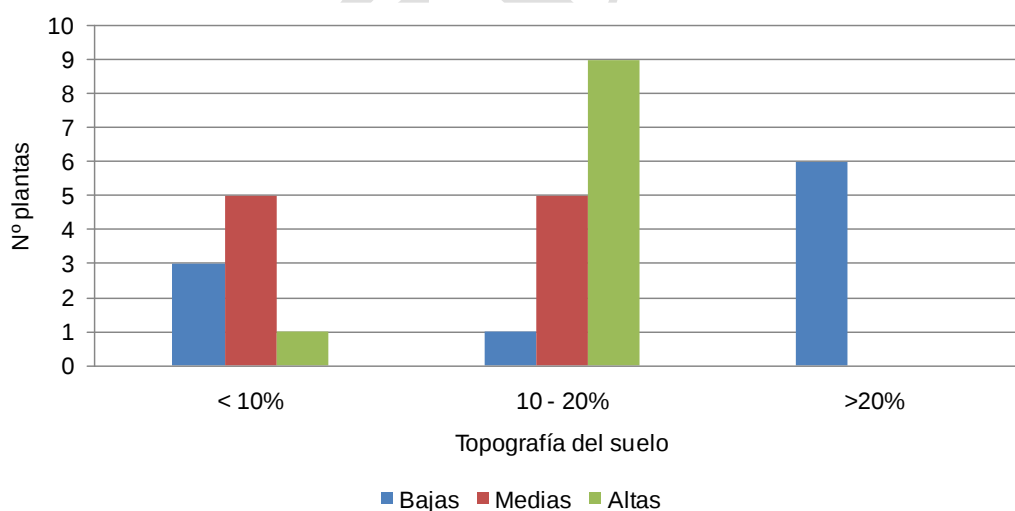
Cuadro N° 5.- Número de plantas por tipo de topografía de suelo.

Clases de altura	<10%	10 – 20%	> 20%	Sub total
Bajas	3	1	6	10
Medias	5	5	0	10
Altas	1	9	0	10
Sub total	9	15	6	30

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la prueba de Chi Cuadrado ($X^2_c = 21,1$ y $X^2_t = 9,49$), se observa que $X^2_c > X^2_t$, en consecuencia la pendiente entre 10 – 20% ha mostrado condiciones favorables para el crecimiento durante los primeros tres años.

Gráfico N° 5.- Número de plantas por tipo de topografía del suelo.



4.5. EFECTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO.

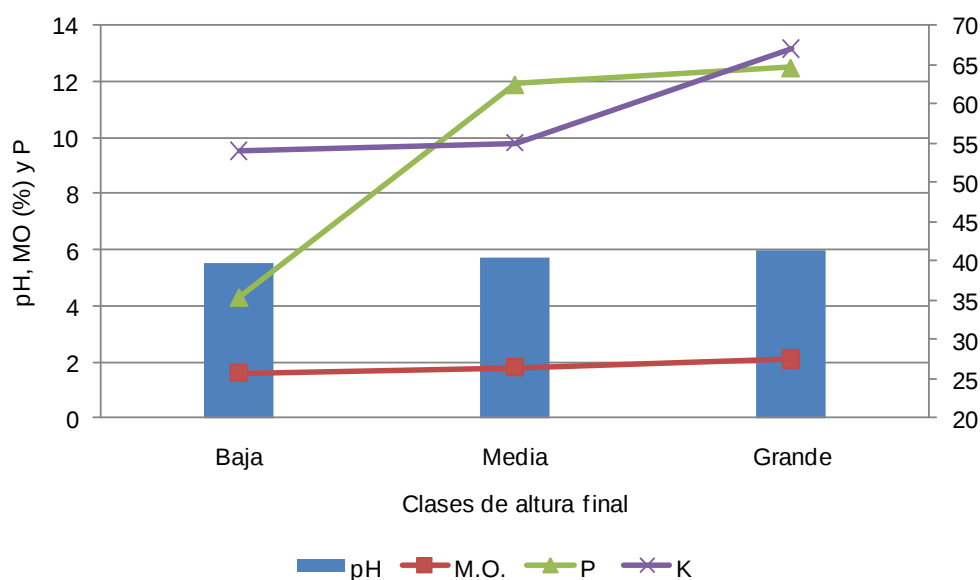
Los resultados del análisis de las muestras de suelo (anexos 4-6) en cuanto a acidez, materia orgánica y contenido de macronutrientes se detallan en el cuadro N° 6.

Cuadro N° 6.- Resultados de acidez y fertilidad de las muestras de suelo.

Clases de altura	pH (agua 1:2,5)	M.O. (%)	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)
Baja	5,5 mod ácido	1,6 bajo	4,3 bajo	54 medio
Media	5,7 mod ácido	1,8 bajo	11,9 medio	55 medio
Alta	6,0 leve ácido	2,1 medio	12,5 medio	67 alto

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 6.- Acidez y Contenido en Macronutrientes



En general, el suelo del área experimental presenta un pH con tendencia a la acidez, el área donde se observó un menor desarrollo de las plantas el suelo es moderadamente ácido, mientras que el área donde se desarrollaron las plantas medianas y las de mayor crecimiento es levemente ácido. El contenido de materia orgánica (M.O.) y fósforo (P) varía

de bajo en los sectores de menor crecimiento de plantas hasta medio en sectores de mayor crecimiento, mientras que el contenido de potasio (K) varía de medio a alto.

4.6. EFECTO DE LA ALTURA INICIAL

En el cuadro N° 7 se muestra la altura de planta cuando fueron trasplantadas al lugar definitivo y la altura que presentan después de tres años de desarrollo en lugar definitivo.

Cuadro N° 7.- Altura Inicial y final después de tres años de crecimiento

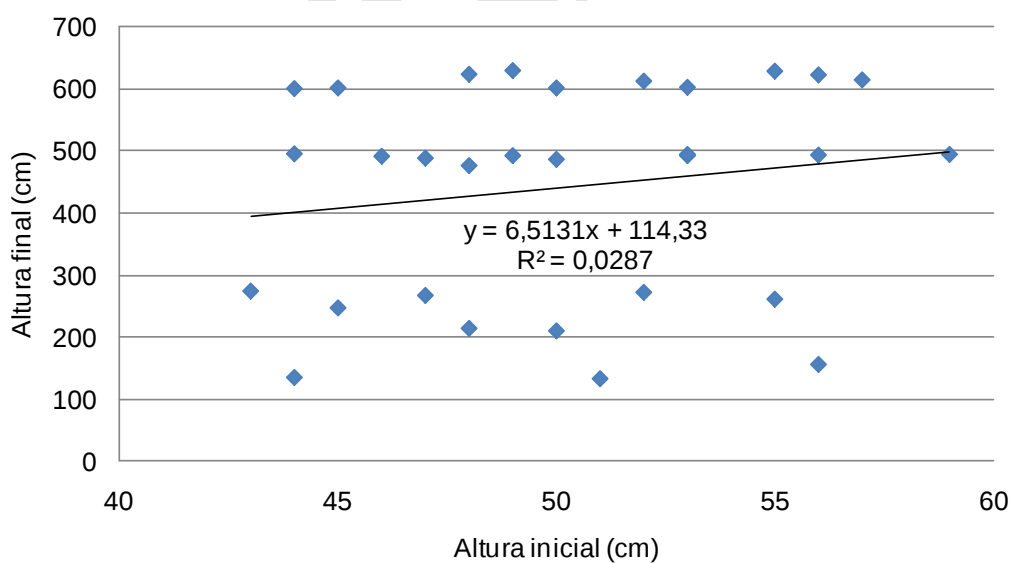
N°	Baja		Media		Alta	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1	43	275	56	494	56	623
2	52	273	53	493	49	630
3	48	215	47	489	53	603
4	50	211	46	492	57	615
5	45	248	50	487	55	629
6	55	262	48	477	44	601
7	47	268	44	496	52	613
8	44	136	59	495	50	602
9	56	157	49	493	48	624
10	51	134	53	495	45	602
Max	56	275	59	496	57	630
Min	43	134	44	477	44	601
Prom	49,1	217,9	50,5	491,1	50,9	614,2
Desv.	4,5	56,9	4,7	5,7	4,5	11,7

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro anterior se observa que los promedios y desviación típica para la altura de planta inicial son estadísticamente iguales, mientras los resultados después de tres años de crecimiento muestran diferencias estadística significativa, en consecuencia es posible afirmar que la altura inicial (trasplante) de la planta no tuvo efecto sobre el desarrollo en los primeros tres años.

El siguiente gráfico muestra que no existe ninguna tendencia o correlación entre altura inicial y altura final, sin embargo un coeficiente ($r = 0,17$) indica una correlación casi nula.

Gráfico N° 7.- Correlación entre Altura Inicial y final



4.7. INCIDENCIA DE INSECTOS

Durante los tres años de desarrollo de las plantas de teca en el lugar definitivo se observó la incidencia y ataque del defoliador *Rabdopterus sp.*,

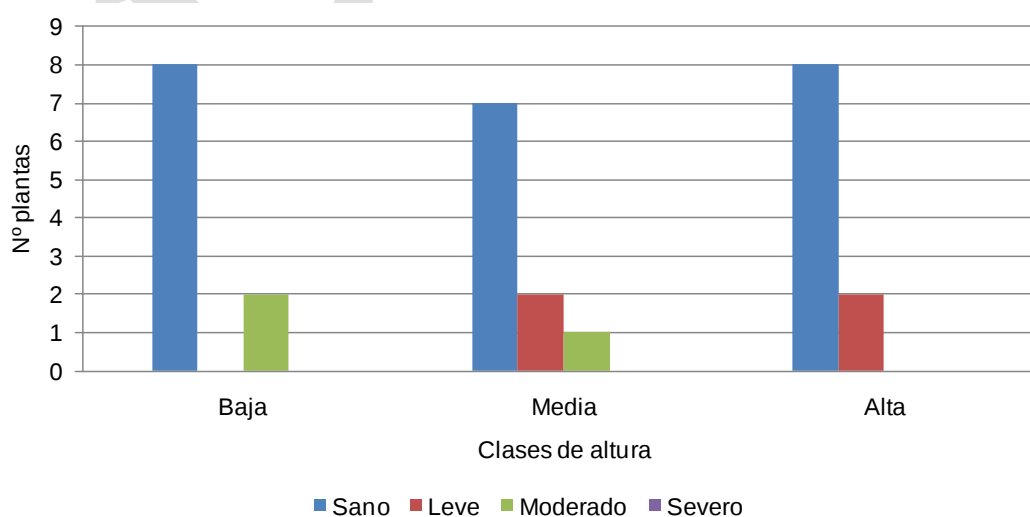
perteneciente a la familia Chrysomelidae (Orden Coleoptera). Los adultos se alimentan de follaje, produciendo perforaciones características de forma elongada, también se observó la presencia de la Termita *Machaeralis neotermes* en el tallo principal de solo cinco plantas en todo el área de estudio. Los resultados de la observación del insecto defoliador durante el periodo de estudio se resumen en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 8. Número de plantas según grados de ataque del defoliador
Rabdopterus sp.

Clases de altura	Grados de ataque			
	Sano	Leve	Moderado	Severo
Baja	8	0	2	0
Media	7	2	1	0
Alta	8	2	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 8. Número de plantas según la incidencia del defoliador
Rabdopterus sp.



Sometidos los datos a la prueba de Chi Cuadrado, se obtuvo que $X^2_c = 4,08$ y $X^2_t = 16,35$; en consecuencia $X^2_c < X^2_t$, lo que indica que el grado de ataque del defoliador *Rabdopterus sp.* es igual en cualquier tamaño de planta.

5. DISCUSION

5.1. CONDICIONES CLIMATICAS

Durante el periodo de estudio, se registró un promedio de 25.9°C y variaron desde 24,2°C en el mes de julio hasta 26,9°C en el mes de noviembre, con respecto a la normal (1931 – 1990), se registró un incremento de 0,4°C.

Mientras que la precipitación pluvial acumulada registró un promedio de 1781 mm por año y según los meses varían desde 12 mm en el mes de julio hasta 253 en el mes de febrero, con respecto a la normal disminuyó en 48 mm.

Al respecto, Heredia (2004) indica que en el área de distribución natural, en la India, crece en lugares con temperaturas entre 13°C y 40°C, con una media de 24°C. Sin embargo, para un óptimo desarrollo se considera una temperatura media de 25°C, con un rango 24-30°C. En Costa Rica se encuentra en clima seco y húmedo en donde la temperatura alcanza hasta 38°C, pero con promedios anuales de 23 y 27°C. Se reporta un amplio rango de precipitación que va desde 1000 a 3750 mm/año, con una época seca bien definida de 3 a 5 meses, con extremos de 500 a 5000 mm/año.

Por su parte, Chaves y Fonseca, (1991) afirman que la teca tolera grandes variaciones de temperatura, que varían entre 2 y 48°C. En la India, la teca es un componente común en los bosques clasificados como muy secos, secos, semi-húmedos, húmedos y muy húmedos. La precipitación anual en estas áreas, respectivamente, varían entre menos de 900 mm, 900 a 1.270 mm,

1.270 a 1.650 mm, 1.650 a 2.540 mm, hasta más de 2.540 mm. El clima óptimo para la teca, que se puede encontrar en la costa occidental de la India, posee una temperatura que varía entre 16 y 40°C. La teca también se extiende a las áreas sujetas a heladas ligeras.

En consecuencia, es posible afirmar que las condiciones climáticas del área donde se realizó la presente investigación, es decir el municipio de Cobija y en general el departamento Pando, reúnen las condiciones adecuadas para el desarrollo de la teca.

5.2. CRECIMIENTO EN ALTURA Y DIAMETRO

Durante los tres años, en promedio las plantas alcanzaron un promedio de 460 cm y una desviación típica de ± 121 cm, la mayor proporción de plantas se concentran entre 430-530 cm con el 36,2%, mientras que la menor proporción corresponden a la clase altitudinal inferior a 230 cm.

Respecto al diámetro del tallo, alcanzaron un promedio de 16,4 cm con una desviación típica de $\pm 4,3$ cm, la mayor proporción de plantas se concentran entre 15,1 – 19,0 cm con el 36,2%, mientras que la menor proporción corresponden a la clase diámetrica entre 3,1 a 7,0 cm con solo 3,2%

Al respecto Keogh, (1990), indica que, a pesar de que el crecimiento depende de muchos factores como localidad, la edad, la densidad de la plantación y el manejo del rodal, el incremento anual promedio de la teca se reporta generalmente como de entre 10 a 25 m³ por hectárea por año, con la mayoría de los cálculos tendiendo hacia la parte inferior de ese intervalo. Una tabla regional de clasificación por sitio para la región del Caribe muestra que la teca alcanza una altura máxima promedio (la altura promedio de los 100 árboles más grandes por hectárea) de casi 30 m en los mejores sitios y de 12 m en los peores. Los incrementos anuales promedio en volumen correspondientes varían dependiendo de varios factores, entre los cuales se

encuentran la clase y la edad del sitio, y alcanzan promedios de 14 m³ por hectárea por año. Fuentes para tablas publicadas previamente sobre volúmenes, índices del sitio, e información sobre alturas y diámetros alcanzados en diferentes localidades para plantaciones de varias edades, más que nada en la América tropical. El crecimiento en altura de los árboles de teca dominantes parece disminuir más rápidamente con el tiempo en el Geotrópico que en las áreas en donde son nativos.

Por su parte López (2009) indica que durante los seis meses de estudio, el crecimiento en la altura de planta varió desde 7,64 hasta 9,23 cm/mes, mientras que diámetro del tallo creció desde 1,88 a 2,21 mm/mes.

No se encontró bibliografía específica sobre el crecimiento durante los primeros años, es posible afirmar que los resultados de la presente investigación son significativamente superiores a los obtenidos por López (2009), sin embargo, cabe reiterar que dicho estudio hace referencia a los primeros seis meses de establecimiento en lugar definitivo (donde la planta se adapta a las condiciones ecológicas).

5.3. EFECTO DE FACTORES BIOTICOS

Los resultados del el número de plantas de teca en los tres tipos de topografía del suelo, permite afirmar que las plantas de mayor altura se concentran en terreno con topografía con menor a 10% de pendiente, mientras que las de menor altura en terrenos con pendiente mayor al 20%.

El suelo del área experimental presenta un pH desde leve hasta moderadamente ácido, el área donde se observó un menor desarrollo de las plantas el suelo es moderadamente ácido, mientras que el área donde se desarrollaron las plantas medianas y las de mayor crecimiento es levemente ácido. El contenido de materia orgánica (M.O.) y fósforo (P) varía de bajo en los sectores de menor crecimiento de plantas hasta medio en sectores de

mayor crecimiento, mientras que el contenido de potasio (K) varía de medio a alto.

Al respecto, Geigel, (1997) que la teca se establece sobre una variedad de suelos y formaciones geológicas, pero el mejor crecimiento ocurre en suelos aluviales profundos, porosos, fértiles y bien drenados, con un pH neutral o ácido. La teca tolera condiciones de suelo muy extremas, siempre que exista un drenaje adecuado. Los factores limitantes más importantes en cuanto a los suelos son la poca profundidad, las capas duras, las condiciones anegadas, los suelos compactados o arcillas densas con un bajo contenido de Ca o Mg. Se ha demostrado también que la teca es sensible a las deficiencias de fosfatos. Las pendientes escarpadas, el drenaje pobre y las altitudes de más de 1,000 m también influyen en el crecimiento de una forma negativa.

Por su parte, Salazar y Albertin (1994) señala que la teca crece bien en piedra arenisca porosa, pero sufre achaparramiento en cuarcita o en piedra arenisca dura y metamórfica. Se le encuentra también en suelos de granito, esquistos y otras rocas metamórficas. Más aún, crece bien en suelos de piedra caliza en donde la roca se ha desintegrado para formar una marga profunda. El crecimiento es pobre sobre piedra caliza dura, en donde el suelo no es profundo.

Geigel (1997), también indica que la teca crece sobre terreno montañoso y ondulado. A pesar de que la topografía parece tener importancia principalmente por sus efectos sobre la profundidad del suelo y el drenaje, varios de los mejores rodales en terrenos montañosos de la India poseen los aspectos más templados del norte y el este. En Puerto Rico, la teca es una especie con gran potencial para pendientes cóncavas bajas y valles a poca altitud en regiones montañosas, y para valles estrechos y áreas hundidas en terreno kárstico. En Costa Rica el crecimiento de la teca se calificó como satisfactorio en un número de sitios previamente ocupados por matorrales secundarios o por cosechas anuales.

Comparando los datos obtenidos en la presente investigación con los indicados por la bibliografía, es posible afirmar que la topografía del suelo fue determinante para el desarrollo de la teca en los tres primeros años en el lugar definitivo, toda vez que en la topografía plana conserva mejor la humedad, además retiene mayor cantidad de materia orgánica y por consiguiente una mayor fertilidad del suelo, mientras que en el terreno con fuerte pendiente se observa una menor humedad y baja contenido de materia orgánica.

5.4. EFECTO DE FACTORES BIOTICOS

Los resultados de la presente investigación indican que los promedios para la altura de planta inicial son estadísticamente iguales, mientras los resultados después de tres años de crecimiento muestran diferencias estadística significativa, el análisis de regresión y correlación indica que no existe relación significativa entre altura inicial y altura final con un coeficiente de correlación muy baja ($r = 0,17$).

Al respecto no se encontró bibliografía específica que haga referencia a esta relación, sin embargo, es posible afirmar que la altura inicial (trasplante) de la planta no tuvo efecto significativo sobre el desarrollo de la teca en los primeros tres años.

Durante los tres años de desarrollo de las plantas de teca en el lugar definitivo se observó la incidencia y ataque del defoliador *Rabdopterus sp.* El análisis estadístico de los datos indica que la incidencia es similar en las tres clases de altura de planta.

Al respecto, Heredia (2004) indica que la teca se encuentra relativamente libre de plagas y enfermedades y es considerada como muy resistente al ataque de hongos e insectos. Los ataques registrados en bosques naturales, plantación o madera en uso, han sido de poca importancia, aunque la madera joven no dura más de 5 años si está en contacto con el suelo, la albura es

susceptible al ataque de hongos, básicamente Lyteus iniciándose el ataque después del año.

El mismo autor, indica que la resistencia está correlacionada con la cantidad de extractos o aceites en la madera. El duramen es resistente a las termitas de la madera seca, moderadamente resistente a las termitas subterráneas y es atacado fácilmente por la polilla de mar. La albura es muy poco resistente a las termitas.

Lo indicado por los autores citados confirman los resultados obtenidos en la presente investigación, por lo que es posible afirmar que la presencia del defoliador *Rabdopterus sp.*, fue similar en todos los estados de desarrollo de las plantas de teca durante los tres primeros años.

6. CONCLUSIONES

Los resultados de la evaluación del crecimiento de la teca después de tres años de ser establecidos en lugar definitivo, permiten efectuar las siguientes conclusiones:

- Las condiciones climáticas del área de estudio, cuya temperatura promedio durante los tres años fue 25.9°C y la precipitación pluvial acumulada fue de 1781 mm/año, demostraron ser favorables al desarrollo de la teca.
- Durante los primeros tres años después de haber sido establecidos en el lugar definitivo, las plantas de teca tuvieron un crecimiento heterogéneo que variaron desde 1,34 m hasta 6,3 m alcanzando una altura promedio de 4,6 m.
- Las plantas ubicadas en terreno con topografía plana registraron un mayor crecimiento, debido a que en esta área se conserva mejor la humedad del

suelo, mientras que las áreas con elevada pendiente tuvieron efectos adversos al crecimiento.

- Los suelos con pH 6,0 (levemente ácido), materia orgánica 2.1% (medio), contenido de fósforo 12,5 mg/dm³ (medio) y potasio de 67 mg/dm³ (alto), dieron lugar a un crecimiento promedio de 6,14 m en tres años, mientras que los suelos con pH 5,5 (moderadamente ácido), materia orgánica 1,6% bajo, fósforo 4,3 mg/dm³ (bajo) y potasio 54 mg/dm³ (medio), dieron lugar a un crecimiento promedio de 2,18 m en el mismo periodo.
- La altura de planta inicial (al momento del trasplante) demostró no tener efecto sobre el crecimiento de la teca durante los primeros tres años en el lugar definitivo.
- El grado de ataque del defoliador *Rabdopterus sp.* fue similar en todos estados de desarrollo, también se observó una mortalidad del 2,1% de plantas hasta tercer año de crecimiento, atribuible a otros factores.

7. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación es posible efectuar las siguientes recomendaciones:

- Para el establecimiento de la teca en bosques secundarios se debe tener en cuenta la topografía del suelo, evitando los que tienen elevada pendiente y aquellas que tengan poca retención de humedad.
- Efectuar investigaciones sobre el establecimiento de la teca en asociación con otras especies forestales o frutales orientadas a mantener la humedad del suelo.
- Empezar acciones de extensión universitaria hacia los pequeños productores para difundir las bondades de la Teca en la región,

considerando su crecimiento acelerado y por ser relativamente libre de plagas y enfermedades.

- Continuar con investigaciones sobre la adaptabilidad de la especie a sistemas agroforestales con cultivos anuales y frutales nativos de la región amazónica.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. Aguirre, Avelino. 1993. Estudio silvicultural y económico del sistema taungya en las condiciones de Turrialba. Turrialba. 13(3): 168-71.
2. Brooks, R.L. 1999. Forestry in Trinidad and Tobago. Caribbean Forester. 1(1): 14-15.
3. Chaudhari, N.R. 1993. Preliminary trial of pre-sprouted stump planting for artificial regeneration of teak. Indian Forester. 89(9): 638-640.
4. Chaves, Eladio; Fonseca, William. 1991. Teca, *Tectona grandis* L.f., especie de árbol de uso múltiple en América Central. Informe Técnico 179. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 47 p.
5. Fonseca, W. 2000. La aplicación de fertilizantes químicos en (*Tectona grandis* Linn. f.) en Guanacaste, Costa Rica. In. Consejo Nacional de Rectores, Oficina de Planificación de la Educación Superior. Taller de Nutrición Forestal. San José, Costa Rica. pp. 39-44.
6. Fonseca, W. 2004. Manual para productores de teca (*Tectona grandis* L. f) en Costa Rica. Editorial Heredia, San José, Costa Rica.
7. Gajasen, Jiragorn; Jordan, Carl F. 1990. Decline of teak yield in northern Thailand: effects of selective logging on forest structure. Biotrópica. 22(2): 114-118.
8. Geigel, F.B. 1997. Materia orgánica y nutrientes devueltos al suelo mediante la hojarasca de diversas especies forestales. Baracoa. 7(3/4): 15-38.

9. González, Rodrigo. 1980. Plantaciones forestales a nivel experimental en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 4(1): 99-109.
10. Heredia, 2004. Manual para productores de Teca (*Tectona grandis* L. f) en Costa Rica. Puerto Rico pp. 121.
11. Keogh, Raymond M. 1990. Growth rates of teak (*Tectona grandis*) in the Caribbean/Central America region. *Forest Ecology and Management*. 35: 311-314.
12. López, L. 2009. Efecto de la fertilización foliar en el desarrollo de la Teca (*Tectona grandis* L.F.) en el lugar definitivo, centro de investigación de nuevas tecnologías para la amazonia (CINTA). Tesis de grado licenciatura en ingeniería agroforestal. Área de Ciencias Biológicas y Naturales. Universidad Amazónica de Pando. Cobija. Bolivia.
13. Moore, D. 2002. The utilization of teak in Trinidad and Tobago. *Caribbean Forester*. 23(2): 82-86.
14. Nwoboshi, L.C. 1984. Growth and nutrient requirements in a teak plantation age series in Nigeria. II. Nutrient accumulation and minimum annual requirements. *Forest Science* 30(1): 35-40.
15. Prasad, R. 1996. Studies on root system of important tree species in dry deciduous teak forests of Sagar (M. P.). *Indian Journal of Forestry*. 7(3): 171-177.
16. Salazar F., Rodolfo; Albertin, Waldemar. 1994. Requerimientos edáficos y climáticos para *Tectona grandis*. *Turrialba*. 24(1): 66-71.
17. Saldarriaga, J.G. 1999. Estudio del sistema radicular de cuatro especies plantadas en la selva decidua de banco de la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela. Merida, Venezuela: Universidad de

- los Andes, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. 120 p. Tesis de M.S.
18. Singh, K.P.; Srivastava, S.K. 1984. Spatial distribution of fine root mass in young trees (*Tectona grandis*) of varying girth sizes. *Pedobiologia*. 27(3): 161-170.
 19. Torres, L.; Silverborg, S. 1992. 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 y Capacitación (Venezuela)*. 41-42: 63-70.
 20. Troup, R.S. 1991. The silviculture of Indian trees. Leguminosae (Caesalpinieae) to Verbenaceae. Oxford, UK: Clarendon Press. Vol. 2.
 21. White, K.J. 1991. Teak: some aspects of research and development. RAPA publication: 1991/17. Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific (RAPA). 53 p. y ref.
 22. ZONISIG, 1997. Zonificación Agroecológica y Socio económica y perfil ambiental del Departamento de Pando. Impreso en Bolivia 159 P.

ANEXOS

