

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



EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE LA TECA (*Tectona grandis* L.f.) DURANTE LOS PRIMEROS TRES AÑOS DE ESTABLECIDO AL LUGAR DEFINITIVO, CINTA - UAP.

Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agroforestal

Presentada por: María Inés Vargas Gamarra

Asesor: Ing. Griceldo Carpio Tancara

COBIJA – PANDO – BOLIVIA

2011

HOJA DE APROBACION

Tesis aprobada por:

.....
Ing. David Gomez Roca
TRIBUNAL

.....
Ing. Fabian Soliz C.
TRIBUNAL

.....
Lic. Dean Kenji Vaca Roca,
TRIBUNAL

.....
Ing. Griceldo Carpio Tancara
ASESOR

Cobija 06 de diciembre de 2011

DEDICATORIA

A mis Queridos padres Sr. Lucio Vargas Farfán, y a mí querida Madre Sra. Arminda Gamarra Soe quienes me apoyaron de alguna manera con mucho sacrificio y dedicación en mi formación como persona y como profesional.

A mis adorados hijos: Por ser esas personas impulsadoras más importante y fundamental para lograr esta meta trazada en mi vida.

Y a todos mis hermanos: 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, guía espiritual, sabiduría e inteligencia para elegir esta carrera y al mismo tiempo reconocer que sin su ayuda nada podemos realizar.

A mis queridos padres e hijos, por el amor que nos brindan, sus desvelos, sus sacrificios, comprensión, cariño, por inculcarnos principios, valores, certeza para conquistar mis metas trazadas.

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

A los miembros del tribunal: Ing. David Gómez Roca, Ing. Fabián Solíz C., Lic. Dean Kenji Vaca R., por sus sugerencias observaciones y correcciones al proyecto e informe final de la investigación.

A mis docentes de la Carrera Ingeniería Agroforestal, por sus enseñanzas e instrucciones, transmitiendo conocimientos con verdadera 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 que de una u otra manera en algún momento me apoyaron.

INDICE

Hoja de Aprobación	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice	iv
Lista de Cuadros	vi
Lista de Gráficos	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
1. INTRODUCCION	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. DESCRIPCION DE LA ESPECIE	4
2.1.1. Origen y Distribución	4
2.1.2. Clasificación Taxonómica	4
2.1.3. Descripción fenológica	5
2.2. IMPORTANCIA DE LA ESPECIE	6
2.3. REQUERIMIENTOS AGRO-ECOLÓGICOS	9
2.3.1. Clima	9
2.3.2. Suelos	10
2.4. COBERTURA FORESTAL ASOCIADA	11
2.5. CRECIMIENTO	12
2.6. MANEJO.	17
2.6.1. Deshijas	17
2.6.2. Raleos	17
2.6.3. Podas	20
2.6.4 Manejo de rebrotes y de la regeneración natural	21
2.6.5 Evaluación de la calidad de sitio	22
2.6.6. Control y combate de plagas y enfermedades	22
2.7. INVESTIGACIONES PREVIAS	23

3. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. UBICACIÓN	24
3.2. MATERIALES	25
3.3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	25
3.4. TOMA DE DATOS	27
3.5. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	28
4. RESULTADOS	29
4.1. CONDICIONES CLIMATICAS	29
4.4. CRECIMIENTO EN ALTURA	31
4.5. CRECIMIENTO EN DIAMETRO	32
4.4. EFECTO DE LA TOPOGRAFIA DEL SUELO	34
4.5. EFECTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO	35
4.6. EFECTO DE LA ALTURA INICIAL	36
4.7. INCIDENCIA DE INSECTOS	37
5. DISCUSION	39
5.1. CONDICIONES CLIMATICAS	39
5.2. CRECIMIENTO EN ALTURA Y DIAMETRO	40
5.3. EFECTO DE FACTORES ABIOTICOS	41
5.4. EFECTO DE FACTORES BIOTICOS	43
6. CONCLUSIONES	45
7. RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	47

LISTA DE CUADROS

Nº	Título	Pág.
1.	Promedios de temperatura durante el estudio y media normal	29
2.	Precipitación mensual acumulada durante el estudio y media la normal	30
3.	La distribución de frecuencias por clases de altura	31
4.	La distribución de frecuencias por clases diamétricas	33
5.	Número de plantas por tipo de topografía de suelo.	34
6.	Resultados de acidez y fertilidad de las muestras de suelo.	35
7.	Altura Inicial y final después de tres años de crecimiento	36
8.	Número de plantas según la incidencia del defoliador <i>Rabdopterus sp.</i>	38

LISTA DE GRAFICOS

Nº	Título	Pág.
1.	Promedios de temperatura durante el estudio y media normal	29
2.	Precipitación mensual acumulada durante el estudio y media la normal	31
3.	La distribución de frecuencias por clases de altura	32
4.	La distribución de frecuencias por clases diamétricas	33
5.	Número de plantas por tipo de topografía de suelo.	34
6.	pH del suelo y contenidos de macronutrientes	35
7.	Altura Inicial y final después de tres años de crecimiento	36
8.	Número de plantas según incidencia del defoliador <i>Rabdopterus sp.</i>	38

RESUMEN

La presente investigación titulada “EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE LA TECA (*Tectona grandis* L.f.) DURANTE LOS PRIMEROS TRES AÑOS DE ESTABLECIDO AL LUGAR DEFINITIVO, CINTA - UAP” 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 influencia de los factores bióticos como la incidencia de insectos y la altura de planta inicial.

El estudio se realizó en la Centro de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Amazonía (CINTA), dependiente del ÁCBN-UAP, ubicado en el municipio de Porvenir, provincia Nicolás Suárez del departamento Pando, cuyas coordenadas son: 87°61'51,8" longitud oeste y 11°30'90,1" latitud sur

La metodología empleada consistió en: una medición inicial de la altura de planta y diámetro de tallo de todas las plantas establecidas por Leida Lopez Dasilva en el mes de mayo del año 2008; 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 1835 mm/año, demostraron ser favorables al desarrollo de la mara.

En tres años, las plantas de teca mostraron un crecimiento heterogéneo, que variaron desde 1,12 m hasta 7,35 m con un promedio de 4,59 m. Las plantas ubicadas en la parte baja que mostraron mayor fertilidad se observaron un mayor crecimiento, alcanzando un promedio de 6,23 m.

El grado de incidencia del defoliador *Rabdopterus sp.* fue similar en todos estados de desarrollo. Se observó una mortalidad del 6,25% 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 study entitled "Evaluation of the growth of teak (*Tectona grandis* Lf) DURING THE FIRST THREE YEARS OF SERVICE TO THE PLACE SET, CINTA - UAP" was obtained as specific objectives: a) Determine the growth in three years. b) analyze the influence of topography and soil fertility and c) analyze the influence of biotic factors such as the incidence of insects and the initial plant height.

The study was conducted at the Research Center of New Technologies for the Amazon (TAPE) under the ÁCBN-UAP, located in the town of Porvenir, Nicolás Suárez Province of Pando department, whose coordinates are: 87°61'51,8" length west and 11°30'90,1" latitude.

The methodology consisted of: an initial measurement of plant height and stem diameter of all plants established, based on data which were classified into three groups of ten stories each: the highest, medium and more small, in every group of ten plants were measured variables studied were: topography and soil fertility, initial height and degree of impact of insects.

The average temperature during the three years was 25.9°C and cumulative rainfall was 1835 mm / year, proved favorable to the development of the camera.

In three years, teak plants showed a heterogeneous growth, ranging from 1.12 m to 7.35 m with an average of 4.59 m. The plants located in the lower to higher fertility showed increased growth was observed, reaching an average of 6.23 m.

The degree of incidence of the defoliator *Rabdopterus* sp. was similar in all stages of development. There was a 6.25% mortality of plants until the third year of growth.

Keywords: Teak *Tectona grandis* L.f. Growth, plant height and stem diameter, TOPOGRAPHY AND SOIL FERTILITY, defoliate *Rabdopterus* sp.

I. 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 que en la actualidad es casi nula. 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 (aunque según las normas vigentes el ciclo de corta debería ser de 20 años), 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).

En el departamento Pando, no se cuenta con información sobre experiencias de crecimiento, producción y aprovechamiento de esta especie, el único trabajo realizado es la evaluación del crecimiento inicial anterior a la presente investigación, sin embargo la información existente en otras regiones con características similares al área de estudio dan cuenta de sus ventajas.

Justificación

Los resultados de la presente investigación podrán ser empleados por los empresarios madereros de la región, por los pequeños productores rurales, incorporando como parte de los sistemas agroforestales, que en un periodo corto de tiempo (comparado con otras especies forestales), generarán beneficios económicos para los propietarios, para la región y el país en su conjunto.

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 el Centro de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Amazonía (CINTA)", dependiente del Área de Ciencias Biológicas y Naturales de la UAP, se cuenta con plantas de teca en desarrollo, implantadas en el lugar definitivo en el mes de marzo del año 2008, donde existen algunos factores causales abióticos como topografía y fertilidad del suelo y bióticos como incidencia de insectos y la altura de planta inicial.

Objetivos

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

- Determinar el crecimiento de la teca en bosques degradados en tres años.
- Analizar la influencia de factores físico-químicos, topografía y fertilidad del suelo.
- Analizar la influencia de factores bióticos como la presencia de insectos 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 cm³, 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 (Chávez, 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 (Chávez, E. 2001).

El valor económico de esta especie, en Costa Rica resultante de la comercialización internacional de las trozas de *Tectona grandis* de más de 20 años alcanzan precios desde 160 hasta 530 US\$/m³ para usos en muebles (solo el duramen) y parquet en viviendas (Fonseca 2004).

2.3. REQUERIMIENTOS 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 *Xylocarpus 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*, *Lanea 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 *Xylocarpus kerrii* Craig. & Hutch., *Careya arborea* Roxb., *Diosypros 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 comunmente 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. 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 especial 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.

Fonseca (2004), indica que 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. Raleo

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 raleo 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.

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.

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.

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.

Tomando en cuenta las anteriores bibliografías es posible resumir los raleos como sigue:

Plantación inicial	0 años	1110 – 1600 plantas/ha
Primer raleo	3–5 años (7 - 9 m)	800 – 1000 plantas/ha
Segundo raleo	10–12 años (16-18 m)	500 – 600 plantas/ha

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 si mismo; aunque la teca en densidades normales presenta buena poda natural.

Se reporta para Costa Rica, específicamente en Macori (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, *Polyparus versicolor* (Linn) y *Lenzites traber* (pers) se ha encontrado que la albura es

poco resistente a los hongos *Ustilina* 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 (Fonseca 2004).

2.7. INVESTIGACIONES PREVIAS

Anteriormente, López (2009) realizó una investigación titulada “Efecto de la fertilización foliar en el desarrollo de la teca (*Tectona grandis*) en el lugar definitivo en el CINTA UAP”.

El material vegetal empleado fueron plántulas de Teca, producidos en un vivero particular e implantados con 10 días de anticipación al inicio del estudio. El procedimiento experimental consistió en: aplicación de diferentes dosis de fertilizante (nitrofoska) foliar con una frecuencia de 30 días y labores culturales durante el periodo de estudio.

La aplicación de nitrofoska foliar en la dosis de 6 litros/ha produjo mayores incrementos con 9,23 cm/mes y 2,21 mm/mes en la altura de planta y diámetro respectivamente; y las menores se registraron en el testigo con 7,64 cm/mes y 1,88 mm/mes, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Amazonía (CINTA), dependiente del Área de Ciencias Biológicas y Naturales de la UAP.

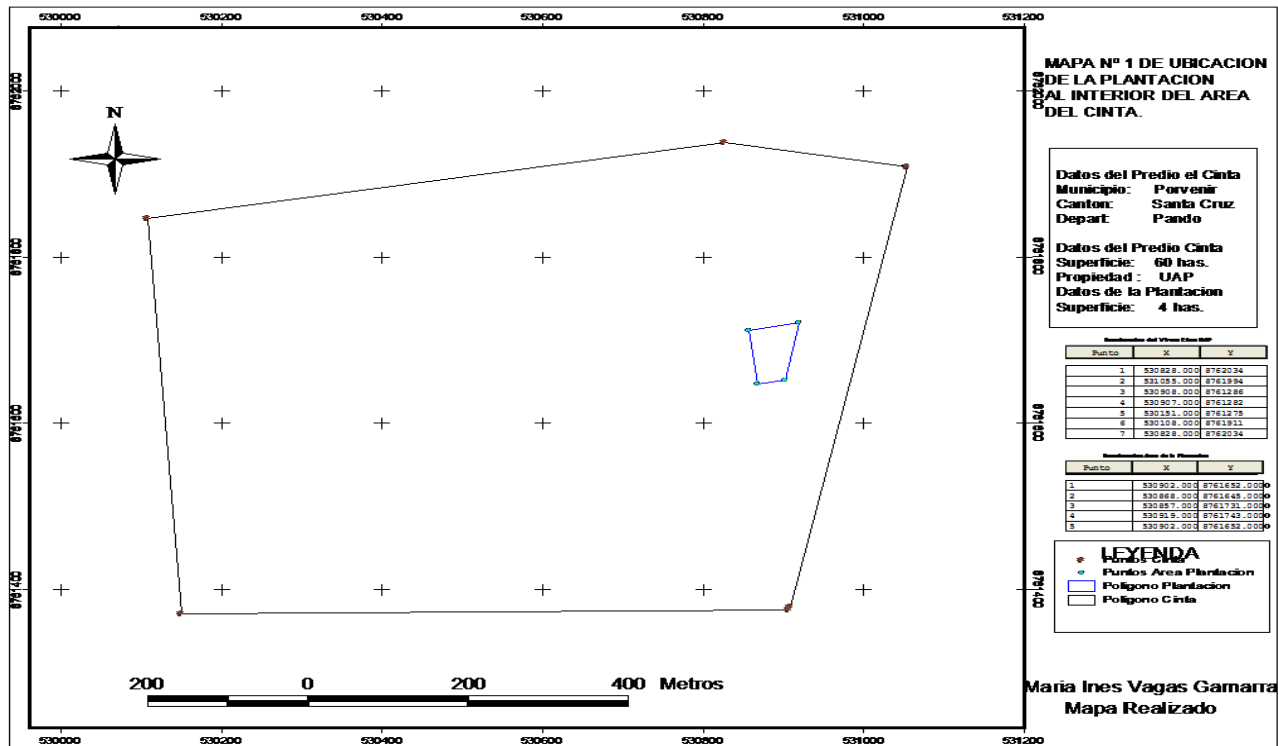
Jurisdiccionalmente pertenece a:

Municipio : Porvenir
Provincia : Nicolás Suárez
Departamento : Pando.

Las coordenadas geográficas son:

Longitud oeste : 87°61'51,8"
Latitud sur : 11°30'90,1"

Mapa ubicación



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 por Leida Lopez Da Silva en el mes de mayo del año 2008.

3.3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El área experimental donde se realizó la investigación, se cuenta con 224 plantas de teca ya establecidas el 15 de marzo del año 2008, los mismos muestran un desarrollo muy heterogéneo, por lo que se efectuaron las siguientes actividades específicas.




Se realizó la medición de la altura de planta, empleando la siguiente técnica: primeramente se midió desde el nivel del suelo hasta una altura de

1,50 m, se practicó una marca en el tallo a esa altura, luego se colocó una barra haciendo coincidir un extremo con el ápice del tallo principal de la planta de teca, en la barra se realizó otra marca, luego, en el piso se midió desde la marca hasta el extremo de la barra que se hizo coincidir con el ápice de la planta de teca.

Esta actividad se realizó en una sola oportunidad en fecha 15 de mayo del 2008, En base a los datos obtenidos se clasificaron en categorías, empleando las técnicas estadísticas de distribución de frecuencias.

A continuación en cada categoría o plantas clasificadas según la clase de altitud 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.

504	365	241	277	383	502	174	330	238	234
434		220	114	204	180	224		214	411
253	482	196	142		284		271	204	306
386	122	112			376	160	192	460	294
	406	624	628	416	336	381	520	150	262
214	255	184	590	483	556	153	370	507	350
228	310	597	636	613	555	474	330	632	335
	350	553	381	570	588	647	412	442	402
	447	575	398	534	561	688	536	541	445
320	624	635	654	466	586	652	610	626	590
449	634	652	610	500	486	688	542	714	432
538	565	579	596	434	639	618	657	685	410
408	665	573	680	486	627	570	497	566	543
662	666	418	680	512	596	533	603		614
598	700	603	577	544	600	405	560	384	240
484	584	605	635	735	388	160	301	504	535



- Grandes
- Medianas
- Pequeñas
- Repuestas

3.3. TOMA DE DATOS:

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

a) 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 (Ver Anexos 2 – 4).

b) Altura de planta inicial:

Para obtener esta información se tuvo que recurrir 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 determinó si hubo influencia de esta variable.

c) Incidencia de insectos:

Para evaluar esta variable se efectuaron observaciones directas a la parte aérea de la planta, la identificación consistió la comparación con fotos de bibliografías especializadas, mientras que la incidencia se determinó mediante el recuento de plantas que presentaron el ataque de insectos,

d) Condiciones climáticas:

Para la obtención de información estadística de los promedios de temperatura y precipitación de 70 años (1931 – 1990) se tuvo que recurrir a fuentes secundarias como es el estudio realizado por Zonigig en el año 1996, mientras que los datos de los últimos tres años fue obtenido de AASANA – Cobija, dependiente del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2010).

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. Los análisis se efectuaron en 150 plantas (muestra) de los 160 que debería existir en el área a evaluar, sin embargo es necesario considerar que desde la implantación 10 de ellas han sido reemplazadas por la muerte de las plantas iniciales, las mismas que tienen altura y diámetro muy inferior, razón por la cual no fueron tomadas en cuenta.

4. RESULTADOS

4.1. CONDICIONES CLIMATICAS

La temperatura promedio durante el periodo de estudio (2008 – 2010) y la media normal (1931 – 1990) se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 1.

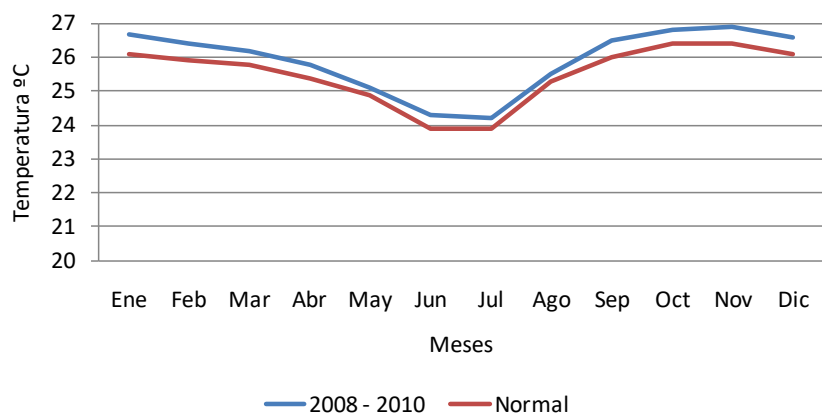
Promedios de temperatura durante el estudio y media normal

Meses	Normal	2007 – 2010	Diferencia
Ene	26,6	26,1	0,5
Febrero	26,4	25,9	0,5
Marzo	26,1	25,8	0,3
Abril	25,9	25,4	0,5
Mayo	25,2	24,9	0,3
Junio	24,2	23,9	0,3
Julio	24,2	23,9	0,3
Agosto	25,5	25,3	0,2
Septiembre	26,6	26,0	0,6
Octubre	26,9	26,4	0,5
Noviembre	26,8	26,4	0,4
Diciembre	26,7	26,1	0,6
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 los meses de julio y 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 2008 – Dic 2010) 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

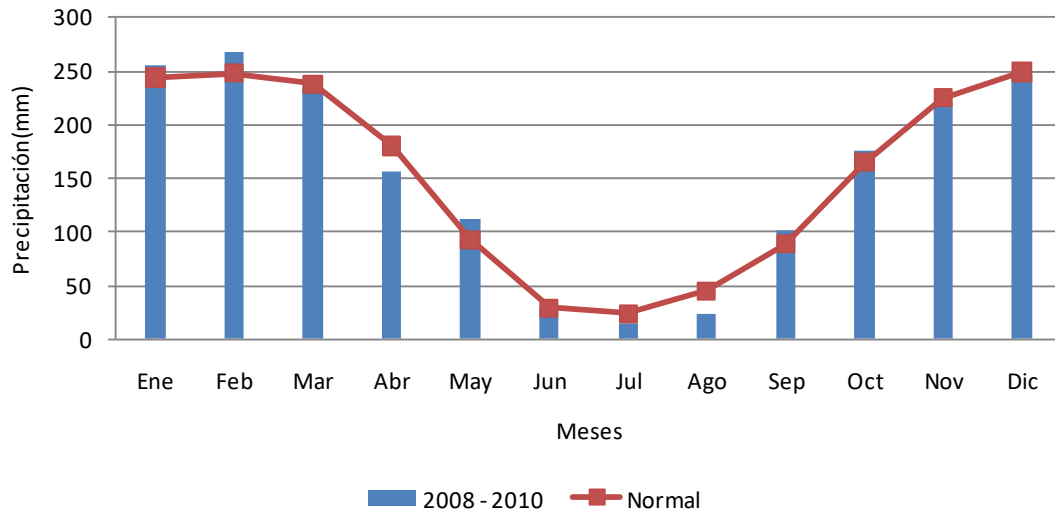
Meses	Normal	2008 – 2010	Diferencia
Ene	255	244	11
Febrero	268	248	20
Marzo	235	238	-3
Abril	157	180	-23
Mayo	112	93	19
Junio	28	29	-1
Julio	14	24	-10
Agosto	24	45	-21
Septiembre	101	89	12
Octubre	175	165	10
Noviembre	220	225	-5
Diciembre	246	249	-3
Promedio	1835	1829	6

Fuente: SENHAMI (2010)

Durante el periodo de estudio, se registró un promedio de 1835 mm por año y según los meses varían desde 14 mm en el mes de julio hasta 268 en el mes de febrero, con respecto a la normal, es posible afirmar que la precipitación pluvial incrementó en 6 mm.

Gráfico N° 2

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



4.2. CRECIMIENTO EN ALTURA

El Resumen de los resultados de la medición de altura de planta 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

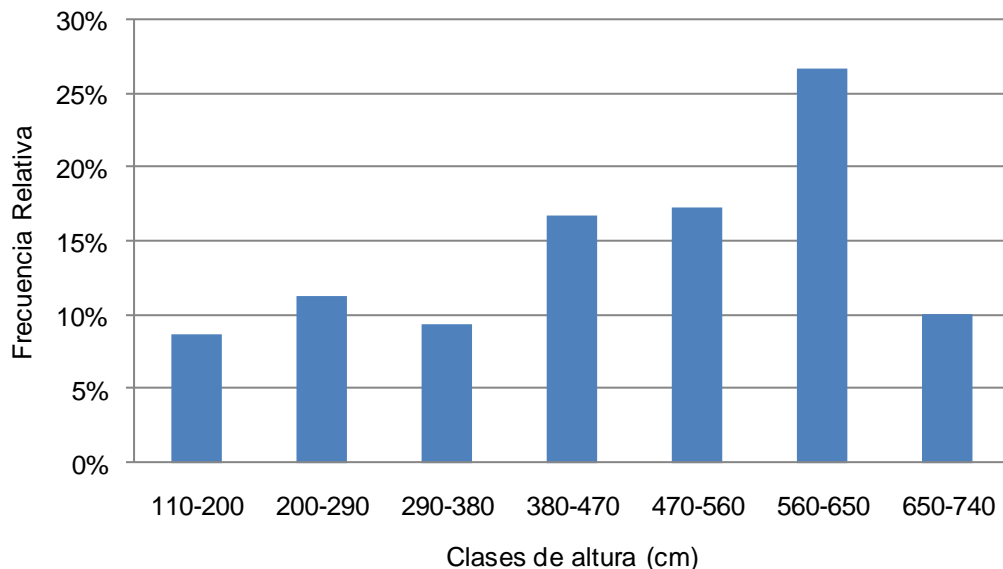
Clases de altura (cm)	Marcas de clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Ac.Rel.
110 - 200	155	13	8,7%	13	8,7%
200 - 290	245	17	11,3%	30	20,0%
290 - 380	335	14	9,3%	44	29,3%
380 - 470	425	25	16,7%	69	46,0%
479 - 560	515	26	17,3%	95	63,3%
560 - 650	605	40	26,7%	135	90,0%
650 - 740	695	15	10,0%	150	100,0%
TOTAL		150	100,0%		

Fuente: Elaboración propia

Considerando que en el área efectiva a evaluar fueron establecidas un total de 160 plantas y actualmente permanecen 150 individuos, esto equivale a una mortalidad de 6,25% 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 459 cm y una desviación típica de ± 164 cm, la mayor proporción de plantas se concentran entre 560 - 650 cm con el 26,7%, mientras que la menor proporción corresponden a la clase entre 110 a 200 cm con 8,7%.

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 y la distribución de frecuencias por clases diamétricas en el cuadro N° 4

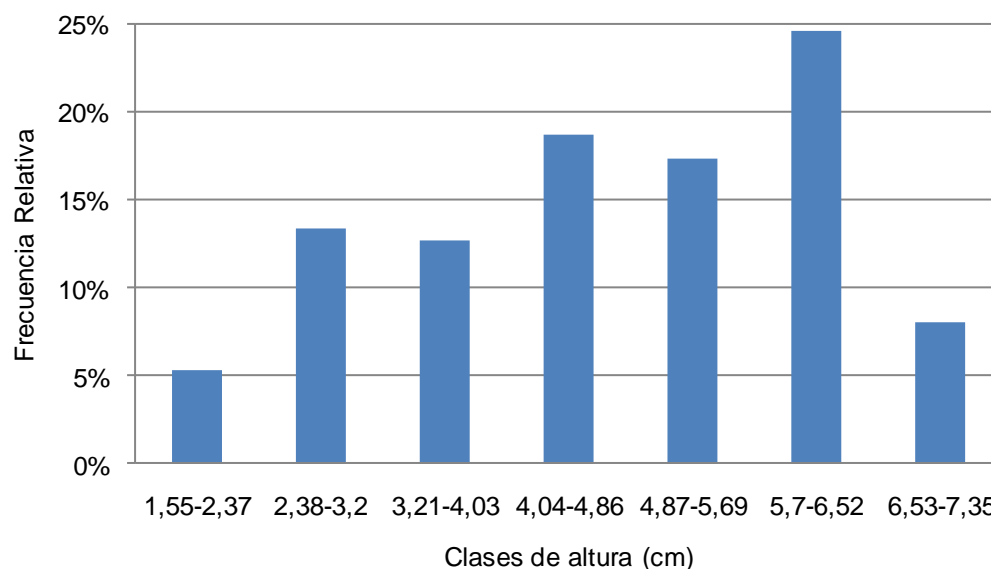
Cuadro N° 4.- La distribución de frecuencias por clases diamétricas

Clases diám. (cm)	Marcas de clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frec. Ac.Rel.
1,55 – 2,37	1,96	8	5,3%	8	5,3%
2,38 – 3,20	2,79	20	13,3%	28	18,7%
3,21 – 4,03	3,62	19	12,7%	47	31,3%
4,04 – 4,86	4,45	28	18,7%	75	50,0%
4,87 – 5,69	5,28	26	17,3%	101	67,3%
5,70 – 6,53	6,11	37	24,7%	138	92,0%
6,53 – 7,35	6,94	12	8,0%	150	100,0%
Total		150	100,0%		

Fuente: Elaboración propia

La información anterior, permite afirmar que durante los tres años, las plantas alcanzaron un promedio de 4,67 cm de diámetro de tallo con una desviación típica de $\pm 1,40$ cm, la mayor proporción de plantas se concentran entre 5,70 – 6,53 cm con el 24,7%, mientras que la menor proporción corresponden a la clase entre 1,55 a 2,37 cm con solo 5,3%

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



4.4. EFECTO DE LA TOPOGRAFIA DEL TERRENO

En el cuadro N° 5 se observa el número de plantas de teca en los tres tipos de topografía del terreno, el mismo permite afirmar que las plantas de mayor altura se concentran en la parte más baja, mientras que las de menor altura en la parte más alta.

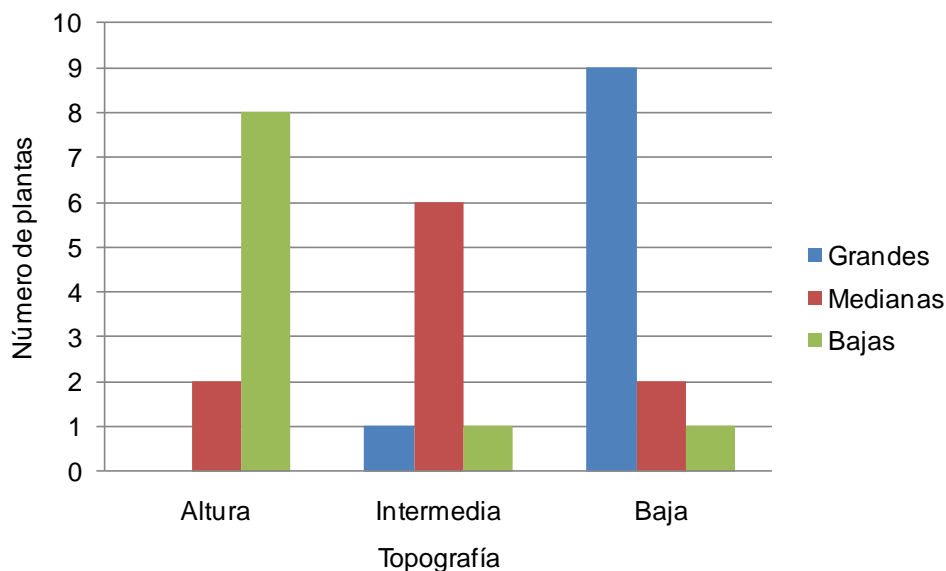
Cuadro N° 5.- Número de plantas por tipo de topografía de suelo.

Clases de altura	Topografía del terreno			Sub total
	Altura	Intermedia	Baja	
Grandes	0	1	9	10
Mediana	2	6	2	10
Pequeñas	8	1	1	10
Sub total	10	8	12	30

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la prueba de Chi Cuadrado ($X^2c = 26,15$ y $X^2t = 9,49$), se observa que $X^2c > X^2t$, en consecuencia la parte baja ha mostrado condiciones favorables para el crecimiento durante los primeros tres años.

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



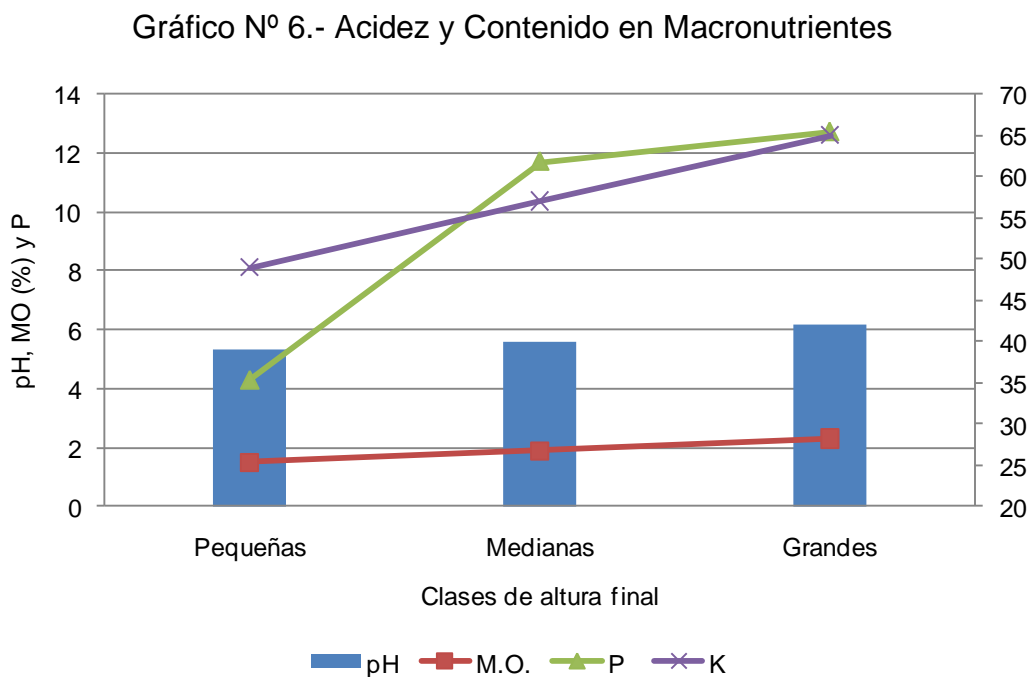
4.5. EFECTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO.

Los resultados del análisis de las muestras de suelo (anexos 2-4) 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)
Pequeñas	5,3 mod ácido	1,5 bajo	4,3 bajo	49 medio
Medianas	5,6 mod ácido	1,9 bajo	11,7 medio	57 medio
Grandes	6,2 leve ácido	2,3 medio	12,7 medio	65 alto

Fuente: Elaboración propia.



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	55	122	47	449	50	665
2	47	112	46	484	48	666
3	42	114	50	482	45	700
4	49	142	56	447	50	680
5	51	180	53	483	49	680
6	43	174	49	466	53	735
7	52	160	53	474	55	688
8	48	153	48	460	55	688
9	50	160	46	442	44	714
10	45	150	51	445	52	685
Max	55	180	56	484	55	735
Min	42	112	46	442	44	665
Prom	48,2	146,7	49,9	463,2	50,1	690,1
Desv.	4,1	24,0	3,3	16,9	3,8	21,4

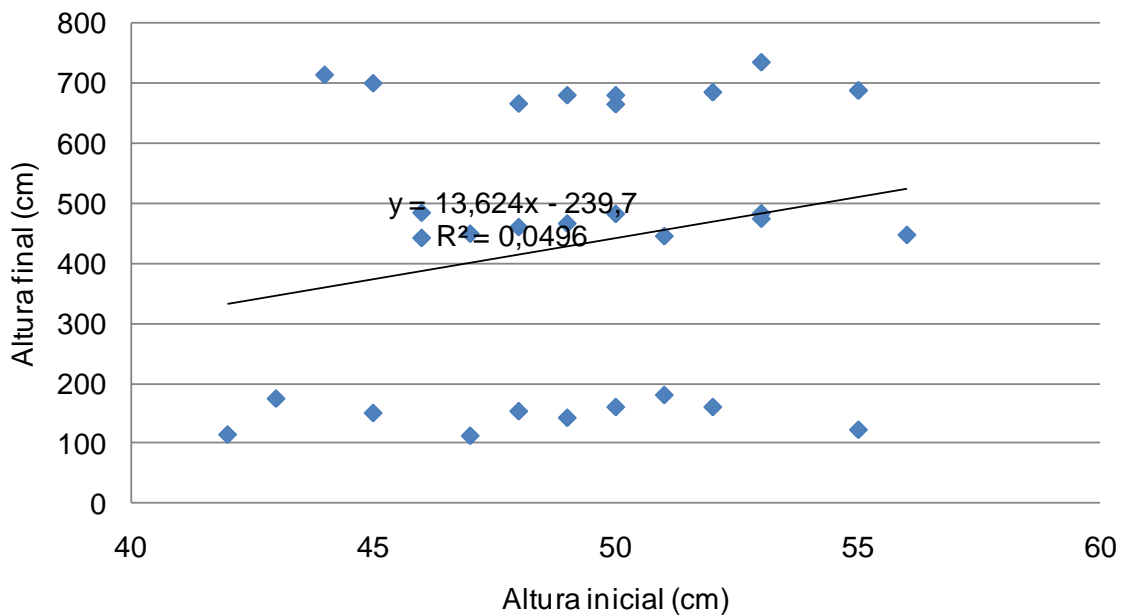
Fuente: Elaboración propia

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 ($r = 0,22$) indica una correlación casi nula.

Cuadro 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

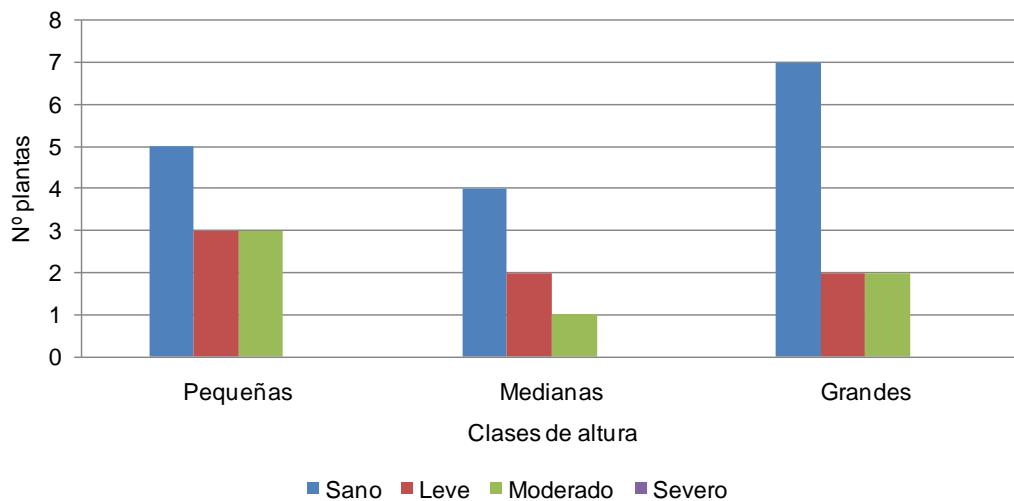
estudio. Los resultados de la observación del insecto defoliador durante el periodo de estudio se resumen en el siguiente cuadro.

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

Clases de altura	Grados de ataque			
	Sano	Leve	Moderado	Severo
Pequeñas	5	3	3	0
Medianas	4	2	1	0
Grandes	7	2	2	0

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 7. Número de plantas según la incidencia del defoliador *Rabdopterus sp.*



Sometidos los datos a la prueba de Chi Cuadrado, se obtuvo que $X^2c = 1,00$ y $X^2t = 16,35$; en consecuencia $X^2c < X^2t$, 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 los meses de junio y 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 6 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 Porvenir 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 459 cm y una desviación típica de ± 164 cm, la mayor proporción de plantas se concentran entre 560-650 cm con el 26,7%, mientras que la menor proporción corresponden a la clase altitudinal inferior a 200 cm.

Respecto al diámetro del tallo, alcanzaron un promedio de 4,67 cm con una desviación típica de $\pm 1,40$ cm, la mayor proporción de plantas se concentran entre 5,70 – 6,53 cm con el 24,7%, mientras que la menor proporción corresponden a la clase diámetrica entre 1,55 a 2,37 cm con solo 5,3%

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.

Fonseca (2004) indica que el aprovechamiento de la teca se efectúa cuando la planta alcanza entre 30 a 34 m de altura y DAP entre 45 a 55 cm. Considerando que en el presente estudio las plantas alcanzaron un crecimiento de 459 de altura y 4,67 cm de diámetro en los tres años lo que equivale 1,53 m/año y 1,557 cm/año en altura y diámetro, respectivamente. Estos datos permiten afirmar que para alcanzar una altura mínima de 30 m y diámetro de 45 cm se necesitan ente 20 a 27 años.

5.3. EFECTO DE FACTORES ABIOTICOS

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 ubicada en la baja, mientras que las de menor altura en terrenos en la parte más alta.

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) indica 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 ($r = 0,22$).

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 1835 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 1,12 m hasta 7,35 m alcanzando una altura promedio de 6,23 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 6,2 (levemente ácido), materia orgánica 2.3% (medio), contenido de fósforo 12,7 mg/dm³ (medio) y potasio de 65 mg/dm³ (alto), dieron lugar a un mayor crecimiento, mientras que los suelos con pH 5,3 (moderadamente ácido), materia orgánica 1,5% (bajo), fósforo 4,3 mg/dm³ (bajo) y potasio 49 mg/dm³ (medio), dieron lugar a un menor crecimiento.
- 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 insecto defoliador *Rabdopterus sp.* fue similar en todos estados de desarrollo, también se observó una mortalidad del 6,25% de plantas hasta tercer año de crecimiento, atribuible a otros factores.
- Por lo que es posible concluir que en el departamento Pando es posible establecer experimentos de mayor magnitud y la eco-región amazónica tiene condiciones naturales aunque con algunas limitaciones, para el desarrollo de la teca.

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.
- Por los resultados hasta ahora obtenidos, se recomienda la plantación de teca en bosques secundarios en mayor extensión, por la rentabilidad demostrada en otras regiones como Santa Cruz Bolivia, y periodo corto de crecimiento.

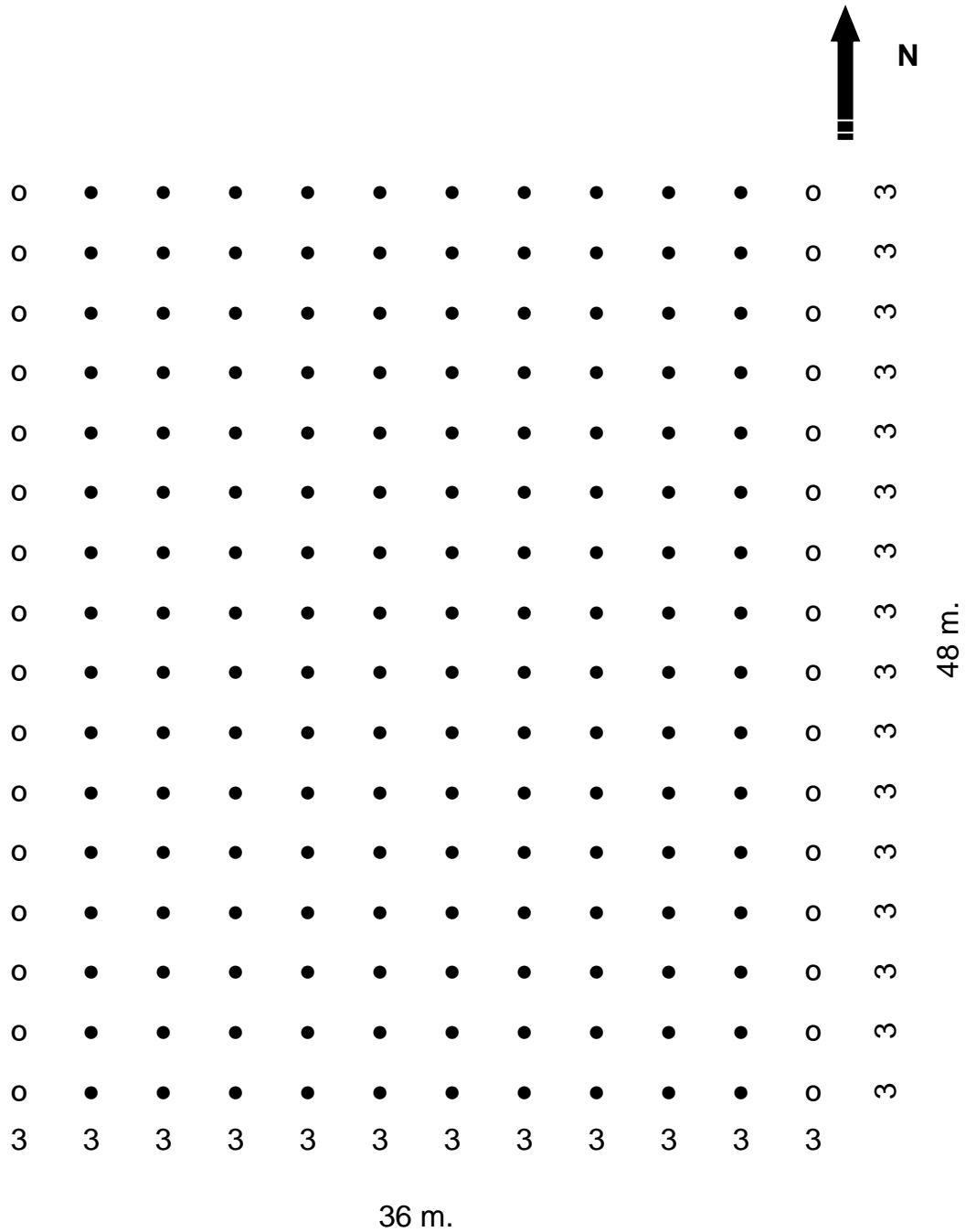
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

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. Gajaseni, 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.

ANEXO N° 1
CROQUIS DE CAMPO



- Plantas evaluadas
- Plantas de bordura



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
LABORATÓRIO DE FERTILIDADE DO SOLO

Nome do Cliente: Ma. Ines Vargas
Endereço: CINTA Porvenir - Pando Bolivia Fone
Número da Amostra 176 Amostra "A" Data:22/11/2010
Uso Atual do Solo

Resultados Analíticos		Interpretação	Recomendação		
			Calcário	P ₂ O ₅ /SFS/SFT	K ₂ O/KCl
pH (água 1:2,5)	6,20	médio	(t/ha)	(t/ha)	(t/ha)
Ca+Mg (cmol _c /dm ³)	3,55	-			
Ca (cmol _c /dm ³)	1,88	médio			
K (mg/dm ³)	65,00	médio			
Na (mg/dm ³)	16,60	-			
K (cmol _c /dm ³)	0,31	-			
Na (cmol _c /dm ³)	0,15	-			
Mg (cmol _c /dm ³)	1,12	médio	Método V = 70 %	P₂O₅	K₂O
Al (cmol _c /dm ³)	0,11	-	0,00	66,98	0,0
Al + H (cmol _c /dm ³)	1,34	alto	(Outras Culturas)		
C (g/kg)	13,87	alto			
M.O. %	2,30	médio			
P (mg/dm ³)	12,70	médio			
S. Bases (cmol _c /dm ³)	3,76	médio	Método V = 60%	SFS	KCL
CTC Bases (cmol _c /dm ³)	5,21	médio	0,00	332,65	0,0
Valor V (5) = V1	56,00	alto	(Pastagem)		
Sat. Al	0,54	baixo			
			Método Al, Ca, Mg	SFT	
Argila	-	-	-	158,6	

OBS. No Cálculo da Necessidade de Calagem pelo método da saturação de bases considerou-se V2 = 60% (Pasto) e 70 % (Outras Culturas)

No Cálculo dos adubos fosfatados e potásicos foram considerados como nível superior da classe média 15 mg/dm³ para P e de 70 mg/dm³ para K.

Técnico Responsável:

Antonio Pereira De Freitas

Mapa N° 1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

