

**Establecimiento de criterios técnicos para el mejoramiento y expansión de una plantación de Teca (*Tectona grandis*) en la finca Villa de San Francisco, Municipio de Aguachica - Cesar.**

**Saira Norellys Hernández**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD**

**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA**

**Ingeniería Agroforestal**

**Ocaña**

**2017**

**Establecimiento de criterios técnicos para el mejoramiento y expansión de una plantación de Teca (*Tectona grandis*) en la finca Villa de San Francisco, Municipio de Aguachica - Cesar.**

**Saira Norellys Hernández**

**Trabajo de grado presentado para optar el título de Ingeniero Agroforestal**

**Director**

**William Díaz**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD**

**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA**

**Ingeniería Agroforestal**

**Ocaña**

**2017**

## **Agradecimientos**

Al señor JESUCRISTO por ser quien guía mis pasos.

A mi esposo por su apoyo incondicional y comprensión.

A Wilson Avellaneda y Rocío Roperero por compartir conmigo sus experiencias en el cultivo de teca (Tectona grandis)

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por hacer posible mí sueño, y a cada tutor por hacer parte de este proceso.

A mi director de Tesis por sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y por guiarme en cada paso de este proyecto

Gracias Jesús F. por la complicidad

Gracias Darío Páez por cada “pilas” y estar pendiente.

Gracias a todos los que hicieron parte de este proceso.

A todos ustedes mi mayor reconocimiento y gratitud.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo primeramente a DIOS.

A mi esposo GERMAN MORA, por la paciencia y espera en tantas noches de estudio; a mis hijas GISELLE, GABRIELLA E ISABELLA, a ellas por ser mi más grande motivo para no rendirme.

A mis padres y hermanos por su amor y cariño.

Los amo.

Shaira

## Resumen

El presente trabajo de investigación desarrollado en la finca Villa de San Francisco del Municipio de Aguachica-Cesar tuvo como objetivo general el establecimiento de criterios técnicos para el mejoramiento y expansión de una plantación de Teca (*Tectona grandis*). Al realizar este trabajo se quiso evaluar el crecimiento y desarrollo de la plantación establecida en la Finca, así como identificar el modelo de crecimiento de la misma que permitiera proyectar el desarrollo y la productividad del cultivo en el área de influencia y por último determinar pautas técnicas para el manejo adecuado de la plantación de Teca (*Tectona grandis*) en la Finca Villa de San Francisco, con el ánimo de potenciar los beneficios económicos y ambientales del cultivo de esta especie.

El proyecto se realizó a través de una investigación descriptiva, lo que permitió conocer y analizar la causa y efecto de las variables de estudio, con el objetivo de visualizar, comprender y concluir sobre los datos recopilados y organizados de la muestra seleccionada.

Se considera que las plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) evaluadas en la finca Villa de San Francisco presentan un buen desarrollo y crecimiento, aunque estas no han recibido un adecuado manejo de acuerdo a las observaciones de campo realizadas en el presente estudio.

De igual forma el sitio de las plantaciones cumple con las características para el establecimiento de esta especie, por lo que es importante darle un buen manejo al cultivo, ya que plantaciones como esta pueden brindar mucha información acerca de sitios similares para el futuro establecimiento de plantaciones forestales con Teca (*Tectona grandis*) en otras áreas de la finca.

## **Abstract**

This research work developed at the Villa Finca San Francisco in the municipality of Aguachica-Cesar had as general objective the establishment of technical criteria for the improvement and expansion of plantation teak (*Tectona grandis*), doing this work was intended to evaluate growth and development of the plantation established on the farm, and identify the growth model of it that would project the development and crop productivity in the area of influence and ultimately establish technical guidelines for the proper handling of the plantation Teak (*Tectona grandis*) in Finca Villa de San Francisco, with the aim of enhancing the economic and environmental benefits of planting this species.

The project was conducted through a descriptive research, which allowed to know and analyze the cause and effect of the study variables, in order to visualize, understand and conclude on the data collected and organized in the selected sample.

It is considered that teak plantations assessed on the estate Villa de San Francisco have a good development and growth, although these have not received proper management according to field observations made in this study. It is important to note that the site plantation meets the characteristics for the establishment of this species and therefore as plantations like this can provide much information about similar sites for future forest plantation teak in other areas of the farm

## Índice

	<b>Pág.</b>
Introducción	
1. Planteamiento del Problema	1
1.1 Formulación del Problema	2
2. Justificación	3
3. Objetivos	5
3.1 Objetivo General	5
3.2 Objetivos Específicos	5
4. Marco Referencial	6
4.1 Antecedentes	6
4.1.1 Descripción Botánica	6
4.1.2 Teca ( <i>Tectona grandis</i> L.f.)	7
4.1.2.1 Origen	7
4.1.2.2 Teca en Latinoamérica	10
4.1.2.3 Desarrollo de la Teca en Colombia	11
4.1.3 La teca	12
4.1.4 Reproducción de Teca	13
4.1.4.1 Reproducción asexual	13
4.1.4.2 Parámetros Agronómicos para el Cultivo	13
4.1.4.3 Importancia de la Evaluación de Plantaciones Forestales	14
4.1.4.4 Crecimiento y rendimiento	17
4.2 Marco Conceptual	19
4.2.1 Mediciones Elementales del Crecimiento de los Árboles	19
4.2.2 Medición del diámetro (DAP) del árbol	19

4.2.3 Modelos y pautas técnicas de crecimiento para Teca ( <i>Tectona grandis</i> )	20
4.2.4 Establecimiento de la Plantación	21
4.2.4.1 Preparación del terreno	21
4.2.4.2 Época de plantación	22
4.2.4.3 Método de plantación	22
4.2.4.4 Densidad de plantación	23
4.2.4.5 Protección de la plantación	23
4.2.5 Manejo de la plantación	24
4.2.5.1 Control de maleza	24
4.2.5.2 Mantenimiento en año 1 (Establecimiento)	24
4.2.5.3 Mantenimiento en año 2 y 3	24
4.2.6 Mantenimiento, año 4 en adelante	25
4.2.6.1 Podas	25
4.2.6.2 Raleos	25
4.2.6.3 Plagas y enfermedades	26
4.2.6.4 Manejo	26
4.2.6.5 Rendimiento	27
4.3 Marco Legal	27
5. Marco Metodológico	28
5.1 Tipo de Investigación	28
5.2 Ubicación Geográfica	28
5.3 Procedimiento	29
6. Resultados	37
6.1 Ubicación de la zona de estudio	37
6.2 Evaluar el crecimiento y desarrollo de la plantación de Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) establecida en la Finca Villa de San Francisco, Municipio de Aguachica – Cesar	38
6.3 Identificar el modelo de crecimiento de la plantación de Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) que permita proyectar el crecimiento y productividad del cultivo en el área de influencia.	43



6.4 Determinar pautas técnicas para el manejo adecuado de la plantación de Teca (*Tectona grandis*) en la Finca Villa de San Francisco, con el ánimo de potenciar los beneficios económicos y ambientales de la siembra de esta especie 46

Capítulo 7. Análisis de Resultados 53

Conclusiones

Recomendaciones

Referencias

## Índice de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Clasificación taxonómica	12
Tabla 2. Tabla de volumen en m <sup>3</sup> sin corteza hasta 8 cm de diámetro superior para Teca ( <i>Tectona grandis</i> L. f)	18
Tabla 3. Clases de sitio para plantaciones forestales	20
Tabla 4. Perfil de raleos para plantaciones de Teca ( <i>Tectona grandis</i> )	25
Tabla 5. Normatividad	27
Tabla 6. Niveles de interpretación de rectitud del fuste	32
Tabla 7. Niveles de interpretación de daño mecánico	32
Tabla 8. Niveles de interpretación del estado fitosanitario	33
Tabla 9. Resumen del análisis de las variables cuantitativas y cualitativas dentro de las unidades de muestreo en la Finca Villas de san Francisco	38
Tabla 10. Resumen del análisis de las variables cuantitativas y cualitativas dentro de la unidad de muestreo 1 (Llano) en la Finca Villas de san Francisco	37
Tabla 11. Resumen del análisis de las variables cuantitativas y cualitativas dentro de la unidad de muestreo 2 (Loma) en la Finca Villas de san Francisco	37
Tabla 12. Promedios de las variables cuantitativas de los árboles en las 2 unidades de muestreo	39
Tabla 13. Porcentaje de las variables cualitativas en las unidades muestrales Llano y Loma	40
Tabla 14. Número de árboles plantados por hectárea en la Finca Villas de San Francisco	40
Tabla 15. Análisis estadístico del volumen por árbol y volumen por unidad de muestreo de dos unidades de muestreo evaluadas en las plantaciones de la Finca Villas de San Francisco	41

## Índice de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Posición para la medición del diámetro normal (a la altura del pecho)	20
Figura 2. Mapa de ubicación de las unidad de muestreos permanentes de Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) en la Finca Villa de San Francisco	37
Figura 3. Cantidad de árboles unidades de muestreo	39

## Introducción

Las plantaciones forestales han tenido mayor auge en las últimas décadas en los trópicos debido a los beneficios que ofrecen. La Teca (*Tectona grandis*) es una de las especies más utilizadas en plantaciones forestales en zonas tropicales (Bhat 2000); de hecho, ha sido sembrada extensivamente fuera de su área de distribución natural. Ugalde (2003) estima que en América Latina existen entre 150 mil y 200 mil ha sembradas con esta especie. Muchas de ellas se ubican en zonas y/o condiciones que en el pasado se habrían considerado marginales para la especie; por ejemplo, zonas de alta pluviosidad y estación seca muy breve o inexistente.

Aunque estas condiciones climáticas no se dan en su hábitat natural, parecen favorecer su crecimiento (Nair y Souvannavong 2000).

Es así, como la Teca (*Tectona grandis*) ha ganado gran reputación a nivel mundial debido a la alta calidad por su atractivo y durabilidad, a que posee gran resistencia al ataque de hongos e insectos y, por sus excelentes características maderables, se considera como una de las más valiosas del mundo.

Particularmente, las plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) en Colombia, que se estiman en un promedio de 18 a 25 mil ha sembradas, un 10 por ciento de las especies sembradas en el país, proveen madera de buena calidad, que pueden explorar con éxito mercados exigentes que requieren de maderas de buena calidad como la India, uno de los mayores productores de Teca (*Tectona grandis*) que debido a su normatividad, tiene limitada la exportación de esta especie, y permite el consumo de maderas con un valor más bajo, pero de alta calidad, con tiempos de producción de 20 a 25 años, como los colombianos (Ordoñez, 2012).

Por lo tanto, conociendo estos antecedentes el presente estudio tiene como propósito evaluar el estado actual del crecimiento y productividad de una plantación de Teca (*Tectona grandis*) en la

Finca villa de san Francisco del Municipio de Aguachica, con el fin de determinar las bondades de la producción de la especie forestal, cuyos resultados podrán utilizarse como una herramienta de decisión para cumplir los objetivos económicos de otros procesos de establecimiento forestal, estableciendo criterios técnicos para su mejoramiento y expansión.

## 1. Planteamiento del Problema

La producción y consumo de productos maderables ha ido en aumento, esta tendencia incrementa la presión a los bosques naturales y probablemente en un futuro la madera proceda de bosques plantados como mecanismo para reducir esta presión (FAO, 2009). Debido al decrecimiento en el suministro de Teca (*Tectona grandis*) de bosques nativos y la demanda creciente de esta madera, en el futuro posiblemente solo se podrá obtener de nuevas plantaciones (Sima, 2010).

La Teca (*Tectona grandis*) es una especie popular para inversionistas y productores forestales, aunque gran parte de los interesados se involucran en la producción sin contar con conocimientos básicos sobre su potencial de crecimiento y productividad.

Sumado a este factor, se ha evidenciado que el desarrollo y crecimiento de Teca (*Tectona grandis*) este influenciado y limitado por varios factores como propiedades físicas del suelo, clima, semilla, etc. Estos factores han sido determinados por observación de las características presentes en los mejores sitios con los mejores crecimientos, tanto como en los que no son favorecidos estos crecimientos. También se han realizado ajustes en modelos de predicción, utilizando variables climáticas, edafológicas y el índice de sitio en estudios como los realizados por Montero (1999) y Vaides (2004) en Centroamérica.

Es así, que debido al comportamiento desigual de las plantaciones de la Finca Villa de San Francisco se hace necesario la ejecución de estudios para entender mejor los factores que favorecen y limitan el desarrollo de la especie para poder planificar mejor las futuras plantaciones y labores silviculturales necesarias para obtener los productos deseados. El uso de la información ayudará a evitar los fracasos frecuentes causados por descuidos en la etapa de selección del sitio, o por falta de conocimientos.

## **1.1 Formulación del Problema**

¿Cuáles son los criterios técnicos a desarrollar en las plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) en la finca Villa de San Francisco, que permitan mejorar las características de crecimiento y productividad?

## 2. Justificación

La Teca (*Tectona grandis*) es una de las especies de madera dura más importantes a nivel mundial, ha sido plantada en cerca de 60 países tropicales, dentro de los cuales se encuentran países como Panamá, Costa Rica, Colombia y Brasil, se estima que la superficie total plantada con esta especie forestal representa unos 50 millones de hectáreas (Katie, 2013).

Es así, como la amplia experiencia que se ha adquirido en su manejo convierte a esta especie en un recurso forestal que gana cada vez más relevancia, en especial por la alta calidad de la madera, la alta tasa de crecimiento, el aumento de la demanda y la relativa facilidad de cultivo y manejo (Cespedes, 2013), aunque la producción en Colombia y particularmente en la región del sur del Cesar (Aguachica) es todavía relativamente pequeña. Sin embargo, el éxito obtenido por algunas plantaciones que al momento ya se encuentran produciendo madera ha incentivado una significativa inversión en el sector, es así como para el año “2009 existían 120 hectáreas de Teca (*Tectona grandis*) cultivadas en el Municipio de Aguachica” (Gobernación del Cesar, 2009).

La Teca (*Tectona grandis*) tiene un gran valor comercial, pues es muy apreciada y solicitada para la elaboración de finos muebles, pisos, tumbados, tallados, ebanistería en general.

Por lo tanto teniendo en cuenta estos hechos y aprovechando los cultivos establecidos en la finca san Francisco se presenta la necesidad de desarrollar un estudio que permita conocer la posibilidad de iniciar un proyecto de cultivo y comercialización con esta especie.

Desde esta óptica se puede establecer que el crecimiento y la productividad de una plantación son los mejores indicadores de la calidad de un sitio. Chávez y Fonseca (1991) observaron que la Teca (*Tectona grandis*) tiene un crecimiento rápido en la etapa inicial, seguida por una etapa de crecimiento medio, a partir de la cual el crecimiento tiende a disminuir, estudio a



tener en cuenta para el mejor desarrollo de las plantaciones de la finca San Francisco en pro del mejoramiento de los cultivos existentes y futuros.

Por consiguiente, es importante evaluar el comportamiento de diferentes plantaciones que presentan fenotipos de alto rendimiento forestal en diferentes tipos de sitio, con el objeto de crear y alimentar una base técnica que sirva en la toma de decisiones para la planificación de futuras plantaciones silvícolas, asegurando alta productividad y mejor calidad de producto a obtener.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Establecer criterios técnicos para el mejoramiento y expansión de una plantación de Teca (*Tectona grandis*) en la finca Villa de San Francisco, Municipio de Aguachica - Cesar

#### **3.2 Objetivos Específicos**

Evaluar el crecimiento y productividad de la plantación de Teca (*Tectona grandis*) establecida en la Finca Villa de San Francisco, Municipio de Aguachica - Cesar

Identificar el modelo de crecimiento de la plantación de Teca (*Tectona grandis*) que permita proyectar el crecimiento y productividad del cultivo en el área de influencia.

Determinar pautas técnicas para el manejo adecuado de la plantación de Teca (*Tectona grandis*) en la Finca Villa de San Francisco, con el ánimo de potenciar los beneficios económicos y ambientales de la siembra de esta especie.

## 4. Marco Referencial



Fuente: Autora del proyecto

### 4.1 Antecedentes

#### 4.1.1 Descripción Botánica

Los árboles de Teca (*Tectona grandis*) son de fuste recto y elevado. En los bosques del área natural de la especie, los árboles dominantes miden entre 25 y 30 m de altura y de 55 cm. a 80 cm. de diámetro; pero se han localizado árboles de mayores dimensiones, con fustes limpios de ramas hasta una altura de 30 m y perímetros comprendidos entre 4,5 y 6 m. (de 1,43 a 1,91 m. de DAP). Corteza externa castaño claro escamosa y agrietada, con corteza interna blanquecina. Copa angosta cuando joven y medianamente amplia cuando adulta.

Hojas simples opuestas, ovales, grandes, verde oscuro y ásperas en el haz, blanquecinas y tomentosas en el envés, deciduas.

Flores blanquecinas, pequeñas, agrupadas en panículas terminales erectas.

Fruto drupa de color café con una semilla pequeña, oleaginosa bastante dura.

#### **4.1.2 Teca (*Tectona grandis* L.f.)**

**4.1.2.1 Origen.** La Teca (*Tectona grandis*) es originaria de Birmania, Tailandia y algunas regiones de la India: en América los primeros países en cultivarla fueron Trinidad y Tobago (Betancourt, 1987).

La Teca (*Tectona grandis*), es una de las especies más utilizadas en la reforestación de las zonas tropicales (Bhat, 2000). Briscoe (1995) menciona que también esta especie es conocida con nombres comunes como Teak, Teck, pertenece a la familia Verbenaceae, es originaria de los bosques deciduos húmedos y secos del trópico de la India, Laos, Myanmar (anteriormente Birmania) y Tailandia, en las latitudes 12 a 25° Norte y se ha establecido y adaptado bien en Malasia, Indonesia y otros países comprendidos en las latitudes 28° Norte a 18° Sur. Rao (1991), señala que esta especie es nativa únicamente entre las latitudes 9° y 15° Norte.

La Teca (*Tectona grandis*), es una especie que tiene una larga historia de ordenación sistemática. Se introdujo en Indonesia (Java) hace cientos de años y las más antiguas plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) en Sri Lanka se han documentado a fines del siglo XVII. Los primeros sistemas intensivos de ordenación de los bosques naturales se desarrollaron hace unos 150 años en Myanmar, desde donde la ordenación activa de la especie pasó a la India y Tailandia durante un período de unos 40 años (Gonzales, 2003).

Teca (*Tectona grandis*) se ha plantado con fines comerciales en el trópico cálido, especialmente en áreas inferiores a los mil metros de elevación sobre el nivel del mar (Briscoe, 1995). Chávez y Fonseca (1991), mencionan que para Centro América uno de los factores limitantes para el crecimiento de Teca (*Tectona grandis*) es la altitud por encima de los 1000 msnm; estos autores encontraron la altitud como un factor ambiental que mostró diferencias en la estimación indirecta del índice de sitio, presentando los más altos rendimientos de esta especie por debajo de los 100 msnm.

Lamprecht (1990), cita que esta especie requiere una elevación de no más de 1300 msnm.

De igual manera menciona que la Teca (*Tectona grandis*) requiere una estación seca bien definida, en los lugares donde se distribuye naturalmente, que comprende de tres a siete meses, con una precipitación media anual que va de los 760 a 5,000 mm y una temperatura media anual de 21° a 28° C. Esta especie presenta fustes rectos, que generalmente cuentan con dominancia apical; es marcadamente heliófila y muy susceptible a la competencia ínter específica en su fase inicial de crecimiento.

Para Bacilieri et al (1998), lo óptimo para la especie es al menos contar con 4 meses secos con menos de 60 mm de precipitación, con precipitaciones medias entre 1,250 y 3,750 mm al año y temperaturas medias anuales que oscilen entre 22° y 27° C. Por otra parte Briscoe (1995), reporta que esta especie ha sido plantada en áreas con precipitaciones superiores a los 1000 mm por año. Para Centro América, Chávez y Fonseca (1991), indican el factor precipitación como uno de los principales que determinan el crecimiento de Teca (*Tectona grandis*), encontrando que los mayores incrementos se producen en sitios con una variación entre 2,500 a 3,000 mm por año.

Briscoe (1995) y Lamprecht (1990), mencionan que la Teca (*Tectona grandis*) en condiciones naturales crece en diversos tipos de suelo, alcanzando los mejores desarrollos en suelos franco-arenosos a arcillosos, fértiles, bien drenados, profundos y con pH ligeramente ácidos o

neutros; Briscoe (1995) cita que prefiere pH entre 5.0 y 8.5. Por otra parte Bacilieri et al (1998), menciona que los mejores crecimientos se dan en suelos bien drenados y fértiles, en substratos volcánicos o suelos aluviales con pH entre 6.5 y 7.5.

La Teca (*Tectona grandis*) es una de las principales maderas de frondosas que existen en el mundo, reputada por su color claro, su excelente fibra y su durabilidad. Sólo se da de forma natural en la India, Myanmar, la República Democrática Popular Lao y Tailandia, y se ha aclimatado en Java (Indonesia), donde probablemente se introdujo de 400 a 600 años atrás, También se ha establecido en toda la zona tropical de Asia, en el África tropical (Côte d'Ivoire, Nigeria, Sierra Leona, la República Unida de Tanzania y Togo) y en América Latina y el Caribe (Costa Rica, Colombia, Ecuador, El Salvador, Panamá, Trinidad y Tobago y Venezuela) (Pandey, 2000).

La Teca (*Tectona grandis*) se ha introducido también en algunas islas de la región del Pacífico (Papua Nueva Guinea, Fiji y las Islas Salomón) y en el norte de Australia en forma experimental. Aunque no tiene una gran importancia desde el punto de vista de la producción mundial de madera, por su solidez y sus cualidades estéticas es la madera tropical de frondosas más solicitada para un mercado específico de aplicaciones suntuarias como la fabricación de muebles y barcos y de componentes decorativos para la construcción. Es, pues, de gran trascendencia para la economía forestal de los principales países productores. Las experiencias del cultivo y comercialización de la Teca (*Tectona grandis*) son muy importantes para los cultivadores de otras especies frondosas de gran valor, en particular en los trópicos. Especies como la caoba (*Swietenia macrophylla*), el cedro colorado (*Cedrela odorata*) y el palisandro (*Dalbergia sissoo*) afrontan el mismo desafío que plantea competir en mercados de productos específicos de gran valor, tienen ciclos de crecimiento más largos que muchas especies de coníferas y su aprovechamiento en los bosques tropicales suscita el mismo tipo de preocupaciones ambientales. (D. Pandey & C. Brown, 2000).

**4.1.2.2 Teca (*Tectona grandis*) en Latinoamérica.** Teca (*Tectona grandis*) ha sido sembrada de manera extensa fuera de su distribución natural, según Ugalde (2003) para la época existían aproximadamente entre 150 mil a 200 mil ha.

Muchas de las nuevas plantaciones con esta especie están en zonas que hace veinte años se habrían considerado marginales para el cultivo, encontrándose en zonas de pluviosidad muy elevada y de estación seca muy breve o inexistente, características que no se dan en condiciones de distribución natural de la especie, pero parecen favorecer su crecimiento (Nair y Souvannavong, 2000).

FAO (2002) cita que en Centroamérica se han plantado aproximadamente unas 76 mil ha con esta especie. Por otra parte se menciona como una especie importante para el sector forestal centroamericano, ya que los productos de los raleos silvicultura les se comercializan en los mercados internacionales (Moya, 2002).

El reciente desarrollo en gran escala de las plantaciones comerciales intensivas en la región ha favorecido la participación de diversos sectores en la investigación, con el fin de entender más la silvicultura de la especie en el área y de esta manera obtener altas productividades de la especie (Nair y Souvannavong, 2000).

Según De Camino *et al* (2002), del total de plantaciones establecidas en América Central, alrededor del 18 por ciento se encontraba plantada con Teca (*Tectona grandis*) para 1998, siendo los países con más plantaciones en orden de área plantada Costa Rica, Panamá, El Salvador y Guatemala.

De igual forma añaden que un elemento importante en la producción de Teca (*Tectona grandis*) en la región son los sistemas de incentivos para la reforestación, encontrando con rotación de 20 a 25 años un incremento medio anual en volumen total de 20 a 25 m<sup>3</sup>/ha/año en los mejores sitios.

**4.1.2.3 Desarrollo de la Teca en Colombia.** Entre los años 1913 y 1916, las primeras semillas de Teca (*Tectona grandis*) provenientes de Myanmar, llegaron a la isla de Trinidad y Tobago, y a otros países del continente americano como Jamaica, Costa Rica, Cuba, Haití, Puerto Rico, Ecuador, Guayana Francesa y México. A Colombia esta especie entró por la zona de Puerto Boyacá, en el Magdalena Medio, en los años 50, gracias a la Texas Petroleo Company, que se encargó de importar la semilla para establecer viveros en sus instalaciones, y posteriormente, regalar plántulas a todas las fincas de la región (Ordoñez, 2010).

A pesar de la alta pluviosidad existente en las zonas establecidas para las plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) en el país, –si se comparan los 400 milímetros anuales de precipitación que tiene India, con los 2.000 mm que producen las zonas destinadas para su plantación en Colombia–, la especie tuvo una muy buena adaptación. En este punto cabe recordar que el volumen de precipitación influye determinantemente en la calidad de esta madera; zonas con muy alta precipitación, producen madera de más rápido crecimiento, con precios de venta más bajos. El ejercicio de siembra en Colombia arrojó que en la zona de la cuenca del Magdalena y del Cauca, que se encuentran a 600 metros sobre el nivel del mar, la costa Atlántica, Córdoba, Antioquia, y algunas tierras en los Llanos Orientales –que cuentan con suelos de buena calidad, y están por debajo de los 600 msnm– se podía producir Teca (*Tectona grandis*) de buena calidad, con un promedio de crecimiento, de 12 a 15 m<sup>3</sup> por año. Además, en Colombia, la Teca (*Tectona grandis*) ha mostrado una característica especial, puesto que al ser un árbol de madera fina, árboles que normalmente no se caracterizan por su rápido desarrollo, la cual en los primeros años de crecimiento alcanza grandes alturas, y sus hojas se despliegan a lo ancho, para protegerse de la maleza, permitiendo la obtención de una madera de calidad. Además, la Teca (*Tectona grandis*) protege el suelo debido a que sus hojas aportan materia orgánica, soporta fuertes veranos, tiene un



rápido crecimiento, y requieren menor número de limpiezas que otras especies, lo que hace aún más atractiva su siembra (Ordoñez, 2010).

Por su parte, la Teca (*Tectona grandis*) sembrada en India, con periodos de cosecha de 90 años, posee una característica única de las especies más finas del mundo, como lo es su alto contenido de acetona y sílice, que le otorga un mayor grado de inmunidad contra los ataques de plagas y hongos, característica que disminuye en especies con periodos de cosecha de 20 a 25 años sembradas en el trópico. Actualmente, Colombia cuenta con un estimado en el volumen de producción anual en madera rolliza de 12.000 a 15.000 m<sup>3</sup>, y aproximadamente 6.000 a 8.000 m<sup>3</sup> de madera aserrada; lo que representa del dos al cinco por ciento, de la producción comparada con otras especies del país (Ordoñez, 2012).

#### **4.1.3 La Teca (*Tectona grandis*)**

Especie maderable que es utilizada en la reforestación comercial y es un cultivo que se ha generalizado en Colombia gracias a la comercialización en el mercado nacional. (Ecuadroforestal, 2012).

Esta afirmación se sustenta, en que las plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) en Colombia, que se estiman en un promedio de 18 a 25 mil ha sembradas, un 10 por ciento de las áreas sembradas en el país, proveen madera de buena calidad, que pueden explorar con éxito mercados exigentes que requieren de maderas de buena calidad como la India, –uno de los mayores productores de Teca (*Tectona grandis*) – que debido a su normatividad, tiene limitada la exportación de esta especie, y permite el consumo de maderas con un valor más bajo, pero de alta calidad, con tiempos de producción de 20 a 25 años, como los colombianos (Ordoñez, 2012).

Tabla 1. Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Lamiales
<b>familia</b>	Verbenaceae
<b>Genero</b>	Tectona
<b>Especie</b>	T. grandis
<b>Nombre científico</b>	Tectona grandis <i>L</i>
<b>Nombre común</b>	Teca

(Ecuadroforestal, 2012).

#### **4.1.4 Reproducción de Teca (*Tectona grandis*)**

**4.1.4.1 Reproducción asexual.** Propagación vegetativa de la teca, contrario a lo que sucede con la propagación de semillas (donde cada individuo es genéticamente diferente de los otros), la propagación asexual o vegetativa comprende la duplicación (teóricamente sin límites) de genotipos preservando a la vez su estructura genética original a través de divisiones mitóticas para conservar así sus características individuales. Este proceso es esencial para asegurar la transferencia de propiedades que aparecen bajo control sin aditivos, especialmente aquellas de importancia económica. Además, la propagación vegetativa se aplica a cualquier individuo, incluso aquéllos sin semillas fértiles debido a inmadurez, condiciones ambientales desfavorables, u otros factores. Al igual que con otras especies arbóreas, la multiplicación vegetativa de la teca por estacas es una técnica útil de investigación, además de su evidente aplicación en actividades operativas o productivas (Monteuuis, 2006).

**4.1.4.2 Parámetros Agronómicos para el Cultivo.** Los parámetros agronómicos y su conocimiento son de suma importancia para el correcto establecimiento y manejo de un cultivo de Teca (*Tectona grandis*), estos constituyen los principales elementos para determinar el medio en el que crecerá el cultivo en un determinado periodo.

Prefiere suelos arenoso o franco arenosos, bien drenados, aireados y desarrollados más aún si son aluviales. Tiene capacidad de adaptación a suelos pobres y a suelos calcáreos. Se acomoda a una gran variedad de suelos con buen drenaje interno y en áreas de suelos arcillosos pesados (Proaño, 2007).

La Teca (*Tectona grandis*) 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 (Weaver, 2000).

**4.1.4.3 Importancia de la Evaluación de Plantaciones Forestales.** Evaluar las plantaciones forestales de cultivos de Teca (*Tectona grandis*) consiste en aplicar métodos para recopilar información de una o varias características de un proyecto, para analizarlas posteriormente. Los proyectos de plantaciones son de largo plazo, por eso es preciso aplicar evaluaciones periódicas para comprobar si se están cumpliendo los objetivos. La evaluación de plantaciones es una actividad dinámica que deben realizarse aun antes de su establecimiento (Torres y Magaña, 2001) (Citado en Vega, 2013).

Las evaluaciones otorgan información necesaria para definir problemas y oportunidades; vigilar las diferentes etapas del proyecto en curso para mejorar sus resultados; y analizar los proyectos una vez concluidos, para hacer eficiente la planeación y ejecución de otros (Gregersen *et al*, 1995).

**4.1.4.4 Crecimiento y rendimiento.** El crecimiento de la especie varía de acuerdo al sitio en que ha sido plantada. En general, para América se estima una producción de 6 a 15 m<sup>3</sup> ha año, en sitios no muy pobres. Entre los 3 y 5 primeros años, el crecimiento medio anual en altura varia de 0.29 a 2.41 m, con un promedio de 1.5 m/año. Los sitios con menor altura son los que sufren de 6 a 8 meses de sequía, como lo son algunas estaciones. Para los 5 y 10 años, el incremento medio anual en altura varía de 1.06 a 3.21m, con un promedio de 1.7m/año (Chaves y Fonseca. 1991).

Keogh (1987), elaboró una fórmula para calcular el volumen total por unidad de área a través del tiempo, utilizando las alturas de los rangos de índice de sitio.

La fórmula obedece a la forma:

$$V = 3.394*(h) - 0.344*(h^2) - 62.78$$

Donde:

V \* Volumen sin corteza, expresado en m<sup>3</sup>/ha

h = Altura promedio en metros de los árboles dominantes

En 1987, Keogh, construye un modelo para la estimación de volumen de árboles individuales plantados, cuya función es:

$$V = -0.0111 + 0.000025 * (D^2h)$$

$$\text{Ámbito (D)} = 10-44 \text{ m}$$

$$\text{Error Standard} = 0.0118$$

Donde:

V \*\* Volumen sin corteza, expresado en m<sup>3</sup> desde 0.3 m de altura hasta 8cm de diámetro menor

D = Diámetro menor a 1.3 con corteza en cm

h = 55 Altura total del árbol en m

A partir de esta ecuación, Keogh elabora una tabla de volumen, donde se utilizan diámetros desde 10 cm.

Tabla 2. Tabla de volumen en m<sup>3</sup> sin corteza hasta 8 cm de diámetro superior para Teca (*Tectona grandis* L. f)

Dap (cm)	Altura (m)									
	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
10	0,02									
12	0,03									
14	0,05	0,06								
16	0,07	0,08	0,09							
18	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15					
20	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23			
22	0,13	0,16	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30		
24		0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,39	0,42
26			0,26	0,29	0,33	0,36	0,39	0,43	0,46	0,50
28			0,30	0,34	0,38	0,42	0,48	0,50	0,54	0,58
30				0,39	0,44	0,48	0,53	0,57	0,62	0,66
32					0,50	0,55	0,60	0,65	0,71	0,76
34					0,57	0,62	0,66	0,74	0,80	0,86
36						0,70	0,77	0,83	0,90	0,96
38							0,88	0,93	1,00	1,07
40							0,95	1,03	1,11	1,19
42								1,14	1,22	1,31
44									1,34	1,44

Fuente: Keogh, 1987

La utilización de estas ecuaciones da una idea de la producción de una plantación, pero lo mejor es elaborar una tabla para cada sitio de la plantación, ya que una tabla de rendimiento con bases confiables es sumamente valiosa a la hora de hacer cálculos económicos, para evitar riesgos de sub o sobre estimar la producción (Henao, 1982).

Para la determinación del turno, se debe analizar cada año la condición de la plantación y otros indicadores de crecimiento como DAP, altura, área basal. De esta forma se puede calcular la curva de crecimiento de la especie de acuerdo al sitio, utilizando los indicadores anteriormente mencionados (Ugalde, 1993).

## 4.2 Marco Conceptual

**4.2.1 Mediciones Elementales del Crecimiento de los Árboles.** La altura de un árbol en pie se define como la distancia vertical entre su cima y la base, una variable necesaria que sirve para estimar el volumen y el crecimiento del árbol aislado y los rodales, así como para la clasificación de las calidades de sitios. Por ello debe prestarse la debida atención al problema de su determinación, cuestión en la que con frecuencias se cometen errores operativos de cierta importancia por las diferentes condiciones de trabajo y por las limitaciones de los instrumentos empleados. (Lojan, M. 1964) (Citado en Vega, 2013).

La altura de los árboles en pie pueden medirse directamente cuando se requieren exactitud o indirectamente auxiliándose de instrumentos denominados hipsómetros. Las mediciones indirectas, se apoyan unas veces en el conocimiento de relación de triángulos semejantes (método geométrico) y otras en el conocimiento de los ángulos que se forman con la visual horizontal y las visuales dirigidas hacia la cima y la base del árbol (método trigonométrico). (Aldana, E. 1994) (Citado en Vega, 2013).

**4.2.2 Medición del diámetro (DAP) del árbol.** El diámetro del árbol se mide con la corteza, a la altura del pecho, 1,3 m., sobre el terreno (véase la Figura 1) con la excepción de casos particulares que se mencionan a continuación. La medición puede realizarse con la ayuda de una cinta diamétrica (cinta cuya unidad diamétrica esta en centímetros) o con el uso de una forcípula. A fin de evitar una estimación excesiva del volumen y compensar los errores de medición, se mide el diámetro en centímetros y se ajusta en sentido decreciente (ejemplo: 16,8 cm. se convierten en 16 cm.) (FAO, 2012).



Figura 1. Posición para la medición del diámetro normal (a la altura del pecho) en terreno llano

Según Dallmeier 1992. La línea de puntos indica el lugar donde se mide el DAP. Si hay dos líneas en el tronco a causa de un árbol defectuoso, el lugar apropiado para hacer la medición se indica convenientemente.

La forcípula tiene normalmente dos lados:

- En un lado del eje principal presenta una escala graduada en centímetros de diámetro
- En el otro lado, presenta clases de diámetros (forcípula compensada). Este lado se utiliza sobre todo en silvicultura para realizar inventarios.

Se utilizará el lado en cm.

**4.2.3 Modelos y pautas técnicas de crecimiento para Teca (*Tectona grandis*).** Los modelos tradicionales del crecimiento y productividad forestal son empíricos, es decir, se basan en relaciones estadísticas entre el crecimiento y otras variables de los árboles, del bosque y del ambiente.

Los modelos eco fisiológicos en cambio, describen el crecimiento del árbol como función del ambiente y las interacciones entre árboles. En colaboración con la Universidad de Helsinki, Finlandia, técnicos de la Unidad de Silvicultura de Plantaciones del CATIE utilizaron por primera vez un modelo ecofisiológico de crecimiento de árboles (SIMFORG modificado) para el caso de Teca (*Tectona grandis*). Se utilizaron siete parcelas permanentes de 5 a 11 años en Guanacaste,

Costa Rica. Las simulaciones del crecimiento arrojaron resultados parecidos a los medidos en parcelas permanentes (IICA, 2001).

Por lo tanto, teniendo en cuenta lo anterior, para el caso de la presente investigación se tomara como modelo las recomendaciones de los diferentes estudios y casos exitosos del cultivo Teca (*Tectona grandis*), con el ánimo que sirvan de guía para futuras plantaciones en la Finca Villas de San Francisco.

#### **4.2.4 Establecimiento de la Plantación**

**4.2.4.1 Preparación del terreno.** Para tener las plantaciones más productivas se debe asegurar de emplear únicamente los suelos que reúnen las condiciones óptimas para obtener buenos crecimientos y productividad al final de su explotación; considerando que la calidad del sitio es la condición de mayor influencia sobre la productividad, y por lo tanto, uno de los principios que debe aplicar cualquier cultivador (INAB, 2013).

Por lo tanto, el primer paso para la habilitación del terreno consiste en realizar la primera limpia, las experiencias que se han adquirido respecto a esta primera actividad son muy concretas y van dirigidas a erradicar por completo la presencia de gramíneas en el menor tiempo posible, principalmente de la familia de las Brachiarias (*Brizantha* y otras) bajo la teoría de que estas exudan algunos aceites que limitan el desarrollo de las raíces de Teca (*Tectona grandis*) (efecto alelopático), ocasionando que el crecimiento se reduzca o detenga (INAB, 2013).

De igual forma, es importante nivelar el suelo, para mejorar el drenaje de la plantación y evitar inundaciones; pero asegurando una mayor captación y conservación de la humedad. También será necesario romper las capas duras del terreno por medio de labores de subsoleo, para permitir el desarrollo radicular.



**4.2.4.2 Época de plantación.** Plantar después de la sequía interestival (canícula), a finales de agosto o principios de septiembre. Los árboles deben encontrar un suelo húmedo por lo menos de 30 cm de profundidad (INIFAP, 2011).

En situaciones de sequía es preferible no plantar, debido a la baja sobrevivencia, a menos que exista la posibilidad de riego.

Esta actividad se torna bastante sencilla y eficiente luego de haber realizado la preparación del suelo, a tal grado de necesitar únicamente 2 jornales para plantar 1 hectárea de terreno (de 1,000 a 1,111 plantas/ha). Es importante indicar que el jornal que realiza la plantación es incentivado con un pago mayor al que se destina para cualquier otra actividad, con el objetivo de que este se tome su tiempo para hacer un trabajo de calidad (INAB, 2013).

Las labores que comprende la plantación son: i) ahoyado, que se realiza generalmente con chuzo, ii) plantar el pilón de Teca (*Tectona grandis*) y iii) realizar dos hoyos más con el chuzo para la aplicación de fertilizante; este último se realiza a 20 centímetros de la base del árbol, a una profundidad similar o mayor que la altura que el pilón, motivando a que las plantas profundicen sus raíces (INAB, 2013).

**4.2.4.3 Método de plantación.** De acuerdo a la calidad y dureza del terreno se recomienda la cepa común (40 x 40 x 40 cm), la cual permite que las raíces queden bien extendidas y tenga suelo suave alrededor (INIFAP, 2011).

La planta debe colocarse en forma vertical y enterrarse hasta el nivel del cuello de la raíz; se debe apisonar el suelo para evitar espacios con aire en la zona de las raíces y hacer un pequeño cajete para captar humedad.

**4.2.4.4 Densidad de plantación.** Considerando que la Teca (*Tectona grandis*) tiene buena forma natural, se sugiere la distancia de 3 x 3 m, para una densidad de 1100 árboles/ha; también se utiliza 3.6 x 2.5 m, con la finalidad de mecanizar las operaciones de deshierbe, fertilización y control fitosanitario, y favorecer el establecimiento de un sotobosque que proteja al suelo, evitando así realizar aclareos muy tempranos (INIFAP, 2011).

Con tales densidades, se puede controlar la competencia por pastos y malezas rápidamente y, además, minimizar la tendencia de la Teca (*Tectona grandis*) a bifurcarse. Para plantaciones comerciales, lo común es utilizar espaciamientos de 3 m x 3 m, 3,5 m x 2,8 m o 4 m x 2,5 m. Cuando se establecen las plantaciones con métodos agroforestales, como el sistema taungya, es común dejar un mayor espacio entre las hileras de los árboles para dejar espacio a los cultivos agrícolas.

**4.2.5.5 Protección de la plantación.** Cercar la plantación para mantenerla protegida del ganado y del ataque de roedores y lagomorfos, comúnmente se utilizan postes y alambre de púas. Para prevenir incendios forestales se abrirán brechas cortafuego en el perímetro de la plantación, de 3 m a cada lado de la cerca, y ésta debe estar en constante mantenimiento (INIFAP, 2011).

## **4.2.5 Manejo de la plantación**

**4.2.5.1 Control de maleza.** La Teca (*Tectona grandis*) es exigente de luz y sensible a la humedad y a la competencia por maleza, por eso la preparación del terreno y el control de maleza es vital si se desea obtener buen desarrollo inicial (Heredía, 2003).

**4.2.5.2 Mantenimiento en año 1 (Establecimiento).** Realizar dos limpiezas más de mantenimiento, que pueden ser una combinación de control químico y mecánico, utilizando

herbicidas si permanecieran gramíneas en el área o limpia mecánica o mecanizada (machete o chapeadora) si la composición de la maleza hubiera cambiado a hoja ancha.

**4.2.5.3 Mantenimiento en año 2 y 3.** Entre el segundo y tercer año de mantenimiento de la plantación deben realizarse tres limpiezas anuales que incluyen el plateo a lo largo de los surcos, los cuales se programan a partir de mayo de cada año, combinando la aplicación de herbicidas para gramíneas y control mecánico en caso de hoja ancha.

Entre estos primeros 3 años de la plantación se realizan actividades de deshijos, realizando además una poda de selección en la cual se eliminan las ramas en el 50 % de la altura del árbol, buscando eliminar las más gruesas para evitar que estas afecten el fuste principal por si llegaran a quebrarse y desgajarse por acción del viento principalmente.

La ejecución de una silvicultura intensiva en estos primeros tres años de la plantación (establecimiento, mantenimiento 1 y 2) ha resultado ser un perfil de manejo muy eficaz para promover que las copas de los árboles se cierren, reduciendo el ingreso de luz al suelo y provocando que al menos las labores de limpiezas se reduzcan e inclusive se descarten para los siguientes años.

#### **4.2.6 Mantenimiento, año 4 en adelante.**

**4.2.6.1 Podas.** La primer poda de formación o de levante como se le conoce comúnmente en la región norte, se realiza al cuarto año de edad, eliminando todas las ramas hasta el 40 % de la altura total del árbol, si se poda menos, los arboles crecen igual que el testigo (o sea, igual que no podar) y si se poda más, puede existir daño por viento (Heredia, 2003).

Posteriormente se realizaran podas de mantenimiento, de acuerdo a los requerimientos y velocidad de crecimiento de los árboles, por la presencia de brotes epicormicos<sup>8</sup> en el fuste del árbol podado

**4.2.6.2 Raleos.** El perfil de raleos que fue determinado a través de una investigación en la que se evaluó la respuesta de los árboles a la aplicación de distintas intensidades de raleo, comparándolas con un testigo (sin raleo).

Tabla 4. Perfil de raleos para plantaciones de Teca (*Tectona grandis*).

Edad (Años)	Arboles/hectárea
<b>4</b>	667-750
<b>8</b>	500
<b>12</b>	250
<b>16</b>	180-200
<b>20</b>	Corta de Realización

La Tabla 4 muestra que en el primer raleo quedan un máximo de 750 árboles/ha ya que dejar más árboles ofrece los mismos resultados que no ralear, por el contrario, dejar menos de 667 árboles/ha genera problemas de ruptura de los fustes por acción del viento. Para definir la intensidad del raleo, o sea decidir si dejar 667 o 750 árboles/ha se emplea el Índice de Hart-Becking<sup>9</sup> (S%), este índice considera el potencial del sitio a través de la altura dominante, de tal forma que esas diferencias de Índice S% a una misma edad representan (INAB, 2013).

**4.2.6.3 Plagas y enfermedades.** El combate de hormigas debe iniciarse antes de la preparación del terreno, localizando los hormigueros en una superficie que cubra por lo menos 100

m alrededor del sitio de plantación. Se aplica insecticida organofosforado de contacto (Sampayo, 2011).

Los accesos al hormiguero deben sellarse para evitar el escape de gases venenosos. *Rigidoporus lignosus* causa la pudrición de las raíces en terrenos mal drenados y *Armillariella mellea* causa la pudrición de las raíces; aunque es saprófito, ataca cuando las condiciones son propicias: raíces dañadas y árboles débiles o cuando el terreno tenga gran potencial de inóculo (INIFAP, 2011).

La madera adulta tiene un aceite natural antiséptico que la hace muy resistente y la protege del ataque de insectos y hongos.

**4.2.6.4 Manejo.** La Teca (*Tectona grandis*) responde bien a aclareos sin que se afecte el crecimiento en altura y se favorece el incremento en diámetro. El programa de aclareos depende de la densidad inicial, generalmente, se debe realizar a los 5 y 10 años, cuando las copas comienzan a entrar en contacto. En el caso de Teca (*Tectona grandis*), no tolera la fricción de copas y es incapaz de mantener un dosel cerrado. Se debe aplicar la poda en los mejores árboles después del aclareo, para lograr fustes de calidad, podando hasta un tercio de su altura o máximo al 50 % de su copa viva y se cortan sólo las ramas que el árbol no puede eliminar por sí mismo; ya que la Teca (*Tectona grandis*), en densidades normales, presenta buena poda natural (Sampayo, 2011).

**4.2.6.5 Rendimiento.** En sitios óptimos se tiene un incremento promedio de 16 a 20 m<sup>3</sup> /ha/año por lo que se podrían esperar a la cosecha, en un turno de corta de 16 años, entre 256 y 320 m<sup>3</sup> /ha.

### 4.3 Marco Legal

Para la presente investigación se tomaron como referentes las siguientes normas:

Tabla 5. Normatividad

<b>Normatividad</b>	<b>Tema de la Norma</b>	<b>Importancia</b>
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Por medio de este, se reconocen los derechos adquiridos por particulares con arreglo a la Ley sobre los elementos ambientales y los recursos naturales renovables.
Decreto 1791 de 1996 Ministerio del Medio Ambiente	Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal Para este caso solo se citan el artículo 71 y Capítulo XI inciso a, b y c ARTICULO 71	Regular las actividades de los particulares respecto al uso, manejo, aprovechamiento y conservación de los bosques y la flora silvestre con el fin de lograr un desarrollo sostenible.
Decreto 2803 del 4 de agosto de 2010	Por el cual se reglamenta la Ley 1377 de 2010, sobre registro de cultivos forestales y sistemas agroforestales con fines comerciales, de plantaciones protectoras-productoras la movilización de productos forestales de transformación primaria y se dictan otras disposiciones”	Registrar los cultivos forestales o sistemas agroforestales con fines comerciales que tengan una extensión mayor a diez hectáreas, las demás serán registradas ante las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Municipal (Umatas) o la entidad que haga sus veces.

## 5. Marco Metodológico

### 5.1 Tipo de Investigación

El proyecto aplicado se realizó a través de una investigación descriptiva, lo que permitió conocer y analizar la causa y efecto de las variables de estudio, con el objetivo de visualizar, comprender y concluir sobre los datos recopilados y organizados de la muestra seleccionada; así como logro determinar las características de Crecimiento y Desarrollo de la Plantación de Teca (*Tectona Grandis* L.) establecida en la Finca Villa San Francisco, Aguachica Cesar, ya que según Hernández Sampieri “Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a análisis” (Sampieri, 2010).

De igual forma, se desarrolló una investigación documental basada en la revisión de textos y en un trabajo de campo mediante la observación directa y entrevistas a las partes interesadas, lo cual permitió indagar, conocer e interpretar datos e información acerca del tema a estudiar.

El presente proyecto aplicado es cuali-cuantitativo, cualitativo porque se evaluó variables, durante el transcurso del proyecto aplicado, crecimiento y productividad de Teca (*Tectona grandis*) e investigación cuantitativa porque se obtuvo datos numéricos que ayudaron a obtener el resultado positivo o negativo en el desarrollo de las plantaciones de Teca (*Tectona grandis*).

### 5.2 Ubicación Geográfica

El proyecto aplicado se desarrolló en la Finca Villa San Francisco, localizada en el corregimiento de villa de san Andrés, Municipio de Aguachica, en el Departamento del Cesar.

### 5.3 Procedimiento

En total se evaluaron 174 árboles establecidos en la plantación, con el fin de cubrir toda la variabilidad dentro del área objeto de estudio, el cual estuvo orientado según los objetivos específicos de la siguiente manera:

**Evaluar el crecimiento y desarrollo de la plantación de Teca (*Tectona grandis*) establecida en la Finca Villa de San Francisco, Municipio de Aguachica – Cesar.**

**Reconocimiento preliminar y selección del área de estudio.** Para la demarcación del sitio de estudio se realizó la observación y localización de las plantaciones en dos lugares diferentes de la Finca Villa de San Francisco, Municipio de Aguachica, las cuales fueron establecidas en el año 2008, localizándose un total de 2 áreas de estudio.

**Localización de las unidades de muestreo.** Se realizó una visita a las plantaciones en la Finca Villa de San Francisco, Municipio de Aguachica con el fin de delimitarlas dentro de la zona de estudio. Posterior a la obtención de la ubicación se procedió al establecimiento de las unidades de muestreo en cada uno de los sectores seleccionados.

**Unidad de muestreo.** Cada plantación constituyó una unidad de muestreo. La parcela tiene una configuración rectangular para facilitar la ubicación, demarcación y el sentido de medición de los árboles.



**Diseño de las unidades de muestreo.** La ubicación de los sectores y su delimitación del sitio de estudio de las unidades de muestreo se realizó utilizando la técnica del muestreo al azar para el establecimiento de los arboles dentro de las plantaciones identificadas en la Finca Villa de San Francisco, Municipio de Aguachica.

La forma y dimensiones de las unidades de muestreo se establecieron según el diseño de forma rectangular para cada una de las 2 unidades establecidas en el área de estudio, con las siguientes dimensiones: 50 m de largo por 20 m de ancho dando una unidad de muestreo con una cantidad de superficie total de 1000 m<sup>2</sup>, ubicadas en el centro de la plantación evitando el efecto de borde.

**Registro de datos de campo.** Se efectuaron recorridos dentro de la plantación con el fin de estratificar, de manera visual, las características de cada árbol y cubrir la variabilidad existente.

Para la caracterización se tomó como referencia la edad de la plantación y las características de los árboles, Variables medidas directamente en la plantación, en la cual se registró la siguiente información: altura total (m), DAP (cm), fecha de plantación, área y número inicial de árboles plantados por hectárea

Se realizó el registro de la información en un formulario de campo diseñado para la recopilación de la información considerando las variables cualitativas y cuantitativas de acuerdo al diseño modificado propuesto por Murillo y Camacho (1997) (Apéndice 1). Marcando cada uno de los árboles que se encuentran dentro de las unidades de muestreo, para no tener perdida de datos.

**Toma de datos de las variables cuantitativas y cualitativas.** Se registraron los datos de los árboles que se encontraron dentro de las unidades de muestreos según el formulario.

**Variables cuantitativas.** Las variables cuantitativas evaluaron el carácter morfológico de cada uno de los árboles dentro de las unidades de muestreo. Estos datos se los tomó en forma directa con la ayuda de los instrumentos de medida.

**Diámetro.** Se registró a la altura de 1,30 m desde la base del árbol, utilizando la cinta diamétrica, registrándolos en la hoja de campo al momento.

**Altura total.** La estimación de la altura se hizo en metros utilizando el hipsómetro a una distancia de 15 m del árbol, considerando desde el nivel del suelo hasta el ápice del árbol para la altura total, mientras que para la altura comercial se tomó como referencia la primera bifurcación.

**Área basal.** Posterior a la obtención de los datos del diámetro se procederá a calcular el área basal ( $m^2$ ) de cada uno de los árboles mediante la siguiente fórmula:

$$AB = \pi \cdot (D)^2 / 4$$

Dónde:

**AB:** Área basal en  $m^2$

$\pi$ : 3,1416

**DAP:** Diámetro en cm

**Volumen.** Utilizando los datos de la altura total y el área basal se procederá a calcular el volumen ( $m^3$ ) para cada árbol aplicando la siguiente fórmula:

$$V = AB \cdot h \cdot f$$

Dónde:

**V:** Volumen  $m^3$

**AB:** Área basal  $m^2$

**h:** Altura total m

**f:** Factor de forma

**Variables cualitativas.** Las variables cualitativas describen las características del manejo inicial de las plantaciones. Para la toma de estas variables se procedió a la observación directa del árbol y de acuerdo a la metodología de evaluación de calidad de los árboles, descrita por Murillo y Camacho (1997).

**Rectitud del fuste.** Para medir esta variable, se procedió a observar todo el alrededor del árbol desde la parte inferior, fijándose si el fuste va en forma uniforme hacia arriba o si tiene defecto de curvatura, utilizando un rango de calificación de 1 a 3, descrito en la Tabla 4.

**Tabla 6.** Niveles de interpretación de rectitud del fuste

<b>RANGO</b>	<b>VALORES</b>	<b>INTERPRETACION</b>
<b>1</b>	0° A 10°	Árbol recto con leve torcedura
<b>2</b>	10° A 20°	Árbol recto con más torcedura
<b>3</b>	20° A 30°	Árbol con torceduras

**Fuente:** Murillo, 2000

**Daño mecánico.** Se verifico si el fuste presentaba alguna lesión por algún agente externo y se calificó utilizando valores de 1 y 2, descrito en el Cuadro 4.

**Tabla 7.** Niveles de interpretación de daño mecánico

<b>VALORES</b>	<b>INTERPRETACION</b>
<b>1</b>	Sin daños visibles
<b>2</b>	Con algún daño visible

**Fuente:** Murillo, 2000

**Estado fitosanitario.** Para evaluar el estado fitosanitario se procedió a observar de arriba hacia abajo todo el árbol para ver si tiene síntomas causados por plaga o enfermedad, y se utilizó un rango de calificación de 1 a 3, descrito en el Cuadro 5.

**Tabla 8.** Niveles de interpretación del estado fitosanitario

<b>VALORES</b>	<b>INTERPRETACION</b>
<b>1</b>	Sano
<b>2</b>	Aceptablemente sano
<b>3</b>	Enfermo

**Fuente:** Murillo, 2000

**Tabulación de datos de las variables cuantitativas y cualitativas.** Los datos de las variables cuantitativas como diámetro y altura se tabularan para calcular el volumen, número de árboles/ha. Además se estimara la mortalidad, para la cual se utilizaron fórmulas de estadística descriptiva. Estas fórmulas se describen a continuación:

***Número de árboles/ha***

Este valor se determinó con la siguiente formula:

$$N = (n*1ha)/ap$$

Dónde:

**N** = Número de árboles/ha

**n** = Número de árboles por unidad de muestreo

**ha** = 10000 m<sup>2</sup>

**ap** = Área de la unidad de muestreo (1000 m<sup>2</sup>)

### ***Cálculo de la media***

Todos los promedios de las variables cuantitativas y cualitativas se calcularán con la siguiente fórmula:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i$$

Dónde:

$\bar{x}$  = Media

$\sum_{i=1}^n X_i$  = La suma de todas las unidades de cada variable

**n** = El número de unidades en la muestra

### ***Cálculo de la varianza***

Para el cálculo de la varianza se utilizara la siguiente fórmula:

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

Dónde:

$\sum x^2$  = La suma de los valores elevados al cuadrado de todas las mediciones individuales

$(\sum x)^2$  = El cuadrado de la suma de todas las mediciones

### ***Cálculo de la desviación estándar***

Esta desviación estándar fue utilizada para las variables cuantitativas, servirá para verificar y determinar si la mayoría de individuos de la población están próximos a la media o diseminados.

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

Dónde:

**S** = Desviación estándar

$\Sigma x^2$  = La suma de los valores elevados al cuadrado de todas las mediciones individuales

$(\Sigma x)^2$  = El cuadrado de la suma de todas las mediciones

### ***Cálculo del coeficiente de variación (CV)***

Para el cálculo del coeficiente se utilizara la siguiente fórmula:

$$c = \frac{S}{\bar{x}} * 100 \%$$

Dónde:

**C** = Coeficiente de variación

**S** = Desviación estándar

$\bar{x}$  = Media

### ***Error estándar***

Existe un índice para medir el desvío de las medias muestrales con respecto a la media poblacional, se calcula con la fórmula siguiente:

$$S_x = s / \sqrt{n}$$

Dónde:

**S** = Desviación estándar

**n** = Número de unidad de muestreos

**Identificar el modelo de crecimiento de la plantación de Teca (*Tectona grandis*) que permita proyectar el crecimiento y productividad del cultivo en el área de influencia.**

Establecer modelos de crecimiento, rotación, rendimiento de Teca (*Tectona grandis*) es importante para tomar decisiones de manejo forestal frente a la plantación. Uno de los principales obstáculos para establecer modelos destinados a los planificadores y gestores lo constituye la falta de datos apropiados. Los datos pueden provenir de una gama de fuentes, incluyendo parcelas demostrativas temporales o permanentes y experimentos. Los experimentos y protocolos para conseguir datos requieren un diseño cuidadoso de manera que se pueda obtener información confiable para toda la gama de condiciones en las cuales se puede aplicar el modelo (FAO, 2002).

Para la presente investigación se tomó como guía estudios realizados, comparándolos con las características y manejo del cultivo observado en la plantación de Teca (*Tectona grandis*) de la finca villa de san Francisco.

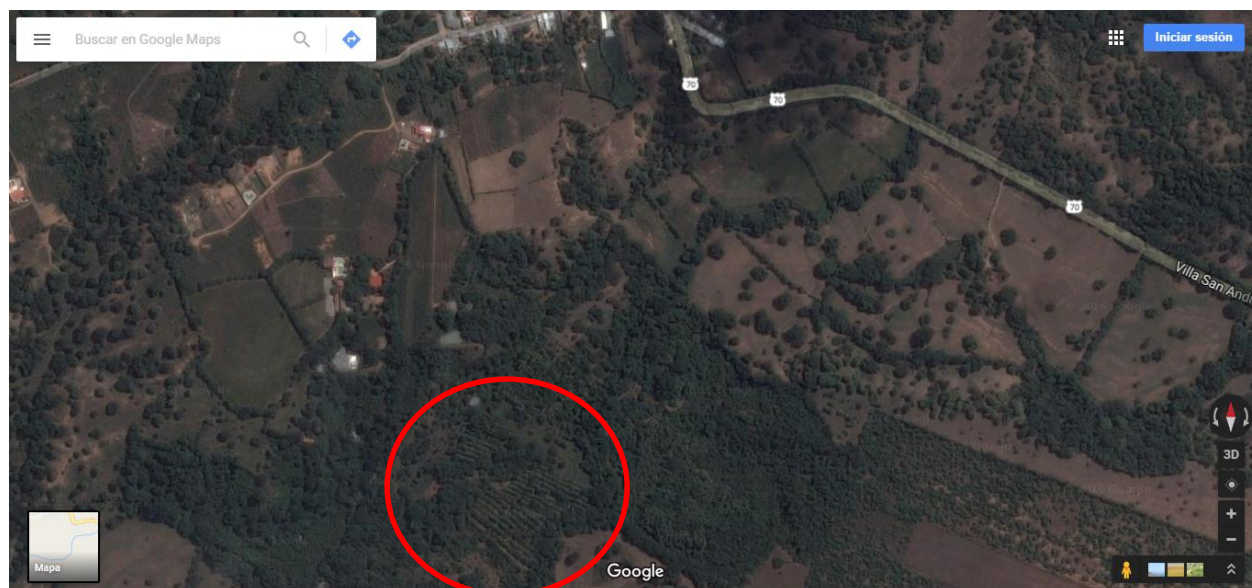
**Determinar pautas técnicas para el manejo adecuado de la plantación de Teca (*Tectona grandis*) en la Finca Villa de San Francisco, con el ánimo de potenciar los beneficios económicos y ambientales de la siembra de esta especie.**

El Modelo de Crecimiento de una plantación de Teca (*Tectona grandis*) y las pautas técnicas para el manejo, se estructuraron en función de los resultados obtenidos en la investigación, los cuales definen las actividades silvícolas que requiere una plantación, como son: Chapia o limpia inicial, limpieza de corona, control de maleza, raleo, entre otras, mejorando así la calidad de las plantaciones de Teca (*Tectona grandis*), debido a que ha sido un problema para los agricultores de la zona de Aguachica, Cesar.

## 6. Resultados

### 6.1 Ubicación de la zona de estudio

El presente proyecto aplicado se ejecutó en las plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) en la Finca Villa de San Francisco (Figura 2).



**Figura 2.** Ubicación satelital de las unidad de muestreos permanentes de Teca (*Tectona grandis*) en la Finca Villa de San Francisco.

**Ubicación y Límites.** La Finca Villa de San Francisco está ubicada a 10 Km. al sur del municipio de Aguachica, departamento del Cesar, está localizada a los  $08^{\circ} 45''$  de latitud norte y  $73^{\circ} 37' 37''$  de longitud oeste del meridiano de Greenwich a 190 metros sobre el nivel del mar (msnm); Según las coordenadas X1:1.375.000, X2: 1.430.000; Y1: 1.035.000, Y2: 1.065.000. El municipio, al igual que la Finca Villa de San Francisco se localiza en la zona intertropical ecuatorial, con una temperatura media de  $28^{\circ}\text{C}$ , y precipitación media anual de 1 835 mm, limita al norte con el municipio de Aguachica (Cesar), por el Este con el municipio de Río de Oro (Cesar), por el sur con la Troncal de la Paz, por el Oeste con la vereda Villa de san Andrés (Cesar).



La finca Villas de San Francisco tiene una extensión de 120 hectáreas, de las cuales el 5% (6 Hectáreas) corresponde a la zona cultivada con Teca (*Tectona grandis*), la Unidad muestral 1 (Llano) cuenta con 4 hectáreas esparcidos en distancia de 4x3 metros con una densidad de 625 árboles por hectárea y la Unidad 2 (Loma) con 2 hectáreas, en medidas de 3x3 metros de esparcimiento y una densidad de 1.111 árboles por hectárea. La edad de la plantación es de 10 años aproximadamente, establecidos en una topografía semi-montañosa y con suelos limo – arcillosos.

## 6.2 Evaluar el crecimiento y desarrollo de la plantación de Teca (*Tectona grandis*) establecida en la Finca Villa de San Francisco, Municipio de Aguachica - Cesar

**VARIABLES CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS.** Los resultados de los valores promedios de la suma, media, porcentaje y desviación estándar de las variables cualitativas y cuantitativas evaluadas en las unidades de muestreo dentro de la Finca Villa de San Francisco, se describen a continuación:

Tabla 9. Resumen del análisis de las variables cuantitativas y cualitativas dentro de las unidades de muestreo en la Finca Villas de san Francisco.

N° de unidad de muestreos	N° de árboles	DAP	Altura total	Daño Mecánico		Estado Fitosanitario			Rectitud del Fuste			Mortalidad	
		(cm)	(m)	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2
1	63	15,29	16	61	2	58	5	0	60	3	0	60	3
2	111	13,68	14	107	4	102	9	0	107	4	0	104	7
Suma	174	29,27	30	168	6	160	14	0	167	7	0	164	10
Promedio	86,5	14,63	15	84	3	80	5,5	0	83,5	3,5	0	82	5
Desviación	33,9	1,41	1,41	32,5	1,41	31,1	2,82	0	33,2	0,70	0	31,1	2,82
Porcentaje				97,1	2,9	92,4	7,6	0	96,5	3,5	0	94,8	5,2

Fuente: Autora del proyecto

Tabla 10. Resumen del análisis de las variables cuantitativas y cualitativas dentro de la unidad de muestreo 1 (Llano) en la Finca Villas de san Francisco.

Nº de unidad de muestreos	Nº de árboles	DAP	Altura total	Daño Mecánico		Estado Fitosanitario			Rectitud del Fuste			Mortalidad	
		(cm)	(m)	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2
Unidad 1	63	15,29	16	61	2	58	5	0	60	3	0	60	3
Porcentaje				96,8	3,2	92	8	0	95,2	4,8	0	95,2	4,8

Fuente: Autora del proyecto

Tabla 11. Resumen del análisis de las variables cuantitativas y cualitativas dentro de la unidad de muestreo 2 (Loma) en la Finca Villas de san Francisco.

Nº de unidad de muestreos	Nº de árboles	DAP	Altura total	Daño Mecánico		Estado Fitosanitario			Rectitud del Fuste			Mortalidad	
		(cm)	(m)	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2
Unidad 2	111	13,68	14	107	4	102	9	0	107	4	0	104	7
Porcentaje				96,3	3,7	91,9	8,1	0	96,4	3,6	0	93,7	6,3

Fuente: Autora del proyecto

Frente a la tabla resumen se puede analizar que el daño mecánico o estrés mecánico en este caso es producido por la acción del viento en época de lluvia, provocando rotura de ramas, laceración de hojas etc. Y debido al mal manejo de herramienta; el estado fitosanitario, que se refiere a los arboles con características de sanidad, que afecten el desarrollo normal del árbol, es solo del 8% aproximadamente correspondiente a efectos del comején y la hormiga arriera.

En lo que respecta a la rectitud del fuste la mayor parte de los arboles presenta unas características adecuadas, los que se encuentran con problemas es debido a los vientos que afectaron el cultivo en la época de crecimiento de la plantación.

La mortalidad presentada en la plantación, al igual que el daño mecánico se debe al efecto del viento que al derribar los árboles en el momento actual de la plantación se deben sacar de la misma.

**Número de árboles.** Este corresponde a un total 174 árboles registrados en las unidades de muestreo, 63 árboles para la unidad 1 (Llano) y en la unidad 2 (Loma) 111 indicando mayor presencia de árboles en la unidad 2.

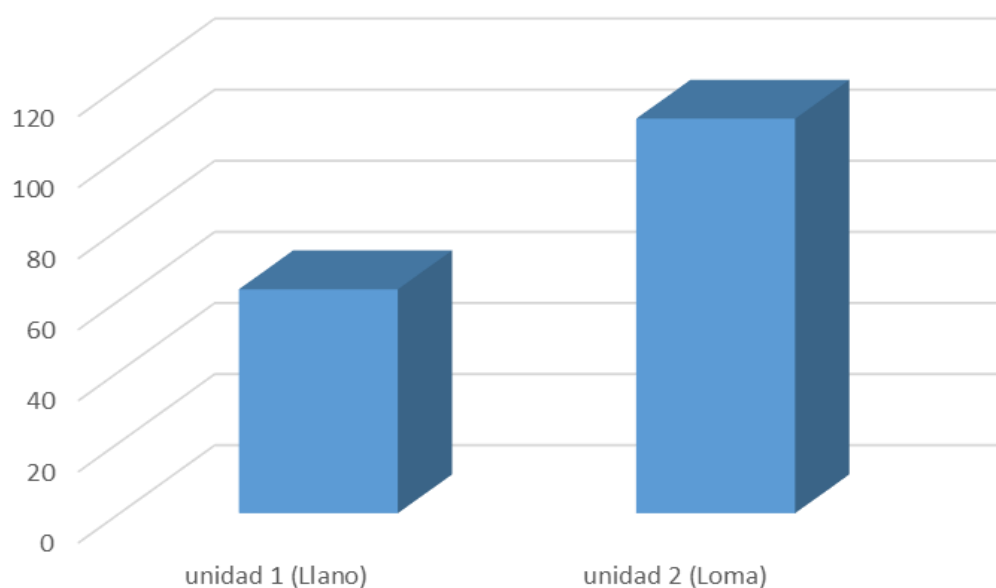


Figura 3. Cantidad de árboles unidades de muestreo

Fuente: Autora del proyecto

**Variables cuantitativas.** Las variables cuantitativas DAP y altura total presentaron una pequeña diferencia entre las unidades (Llano y Loma).



Fuente: Autora del proyecto

**Tabla 12.** Promedios de las variables cuantitativas de los árboles en las 2 unidades de muestreo.

Sitio	DAP (cm)	Altura total (m)
<b>Unidad 1 (Llano)</b>	15,29	16
<b>Unidad 2 (Loma)</b>	13,68	14

Fuente: Autora del Proyecto

**Variables cualitativas.** El porcentaje de árboles sin daño mecánico visible (Valor 1) fue mayor al porcentaje de árboles con daño visible (Valor 2) en las dos unidades (Llano y Loma), con unos porcentajes de 3,17 % y 3,6 % respectivamente esto originado posiblemente por mala manipulación de herramientas en el manejo silvicultural (Tabla 12).

Respecto a la variable estado fitosanitario, el porcentaje de árboles sanos (Valor 1) muestra una paridad en las dos unidades con un 92 % aproximadamente en cuanto a la sanidad de los árboles, seguido de los aceptablemente sanos (Valor 2) donde se obtuvo porcentaje de 8%, existiendo en las dos unidades ningún árbol enfermo (Valor 3).

Entre los rangos para la variable rectitud del fuste, el más representativo en las dos unidades fue el Rango 1 (árboles con leve torcedura) con un 95,2% y 96,4% respectivamente, seguido de los árboles con más de una leve torcedura (Rango 2) donde la Unidad 1 (Llano) obtuvo el mayor número de árboles con un porcentaje de 4,8%.

**Tabla 13.** Porcentaje de las variables cualitativas en las unidades muestrales Llano y Loma

Lugar	No de Árbol	Daño Mecánico %		Estado fitosanitario (%)			Rectitud del fuste (%)			Mortalidad (%)	
		1	2	1	2	3	1	2	3	1	2
<b>Llano</b>	63	61	2	58	5	0	60	3	0	60	3
<b>Loma</b>	111	107	4	102	9	0	107	4	0	104	7

Fuente: Autora del Proyecto

**Análisis respecto al número de árboles plantados.** En las dos unidades de muestreo de la Finca Villas de San Francisco los resultados del criterio de tolerancia respecto al número de árboles por hectárea fueron:

**Tabla 14.** Número de árboles plantados por hectárea en la Finca Villas de San Francisco

Nº de unidad de muestreos	Espaciamiento (m)	Forma	Nº de árboles x hectárea teórico	Nº de árboles x 1000 m <sup>2</sup> teórico
<b>1 (Llano)</b>	4x3	Cuadrada	625	62,5
<b>2 (Loma)</b>	3x3	Cuadrada	1111	111

Fuente: Autora del Proyecto

Dentro de las dos unidades de muestreo, se obtuvo en la unidad de muestreo 1 (Llano) un menor número de árboles sembrados, a diferencia de la unidad de muestreo 2 (Loma).

**Análisis estadístico del volumen por unidades de muestreo.** En el análisis del volumen para la Finca Villas de San Francisco se observaron diferencias significativas entre las unidades de muestreo, obteniendo como resultado la unidad de muestreo 1 el mayor volumen por árbol (0.220 m<sup>3</sup>) y por unidad de muestreo (13.86 m<sup>3</sup>), a diferencia de la unidad de muestreo 2 que obtuvo el menor promedio con un volumen por árbol de 0.1543 m<sup>3</sup> y volumen por unidad de muestreo de 17.12 m<sup>3</sup> (Tabla 13).

**Tabla 15.** Análisis estadístico del volumen por árbol y volumen por unidad de muestreo de dos unidades de muestreo evaluadas en las plantaciones de la Finca Villas de San Francisco

UM	N° de árboles	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen por árbol (m <sup>3</sup> )	Volumen por unidad de muestreo (m <sup>3</sup> )
<b>Unidad 1 (Llano)</b>	63	0,0183	0.220	13.86
<b>Unidad 2 (Loma)</b>	111	0,0146	0.1543	17.12

Fuente: Autora del Proyecto

El análisis del volumen de las unidades muestrales de la finca Villas de San Francisco arrojan como resultado, que la unidad de muestreo 1 (Llano) obtuvo el mayor volumen por árbol (0.220 m<sup>3</sup>) y mientras que por unidad de muestreo fue menor que la Unidad 2 (13.86 m<sup>3</sup>) debido a la menor cantidad de árboles sembrados, por su parte la unidad de muestreo 2 (Loma) obtuvo menor promedio por árbol con un volumen de 0.1543 m<sup>3</sup> y volumen por unidad de muestreo de 17.12 m<sup>3</sup> mayor que la Unidad 1.

Los resultados de crecimiento y desarrollo de la plantación de Teca (*Tectona grandis*) establecida en la Finca Villa de San Francisco, obtenidos en el presente estudio corresponden a un incremento medio del diámetro de 1.52 cm/año para el Llano y 1.36 cm/año para la Loma, la altura presento un promedio de 1.6 m/año para el Llano y 1.4 m/año para la Loma, siendo inferiores a los señalados por Seforven (1993), para una plantación de teca, donde el incremento medio en diámetro fue 1,95 cm/año y en altura 1,17 m/año, así como a los encontrados por Schargel (2003) para una plantación establecida sobre suelos de buena fertilidad, buen drenaje y profundidad, donde las plantas crecieron en altura 2,23 m/año y en diámetro 2,98 cm/año. Es posible que el elevado crecimiento obtenido con ambas fuentes sea debido a que la plantación se ubica sobre suelos de textura y drenaje adecuados para la especie, así como al buen mantenimiento y manejo recibido, que incluyó control de malezas y plan de fertilización.

Pero de igual forma los resultados de la finca de Villa de San Francisco se encuentran dentro del promedio para cultivos con 10 años, lo que significa que cuentan con unas características adecuadas para el manejo del cultivo de Teca (*Tectona grandis*).

### **6.3 Identificar el modelo de crecimiento de la plantación de Teca (*Tectona grandis*) que permita proyectar el crecimiento y productividad del cultivo en el área de influencia.**

Aunque la literatura es muy clara frente a las actividades para la escogencia del terreno, para el presente estudio en la finca Villas de San Francisco este no fue escogida bajo las condiciones técnicas, según palabras del propietario de la Finca el cultivo se estableció con el ánimo de aprovechar los terrenos más que de obtener una rentabilidad con el cultivo.

Por lo tanto la Unidad 2 (Loma) fue la primera en ser sembrada para la cual no existió una especificación clara en la escogencia del terreno, solo se querían aprovechar los arboles como

cerca, mientras que un año después se tomó la determinación de sembrar la Unidad 1 (Llano) en la que la intención era manejar un sistema silvopastoril donde aparte de los árboles pudieran establecerse algunos animales para el pastoreo con el ánimo de amortizar los costos de la plantación.

La preparación del terreno en la Finca Villas de San Francisco en la loma se realizó una rocería con guadaña, dejaron los tallos bien cortos para sobre estos realizar el trazado a curvas a nivel en sistema de tres bolillos, luego se procedió a hacer el estacado y el ahoyado de treinta por treinta centímetros, llenados con abono orgánico al momento de la siembra.

En el mes de junio, aprovechando la época de lluvias se tomó como época ideal para implementar el cultivo.

Frente a la densidad del cultivo esta se manejó de 3x3 en la loma con un número de 1111 árboles por hectárea y en la parte llana 4x3 con 625 árboles buscando la facilidad de un sistema silvopastoril, sembrando los árboles junto con leucaena (*Leucaena Leucocephala*) pero por la inclemencia del clima esto no funcionó.

Una vez plantados los árboles se aplicó abono orgánico al voleo, para luego aplicar un abono foliar en los primeros tres meses para fortalecer el crecimiento, manteniendo la limpieza constante ya que por su rápido crecimiento se doblaban los cogollos y esto perjudicaba el crecimiento del árbol.

Las plagas son otro factor a tener en cuenta, pero en la Finca Villas de San Francisco hasta el momento no se ha presentado ningún inconveniente, se suponía que la hormiga arriera abundante en estos suelos iba a causar alguna dificultad pero no fue así. Solamente después de varios años el comején ha estado invadiendo algunos árboles pero no ha sido un problema difícil de solucionar.



Respecto al mantenimiento del primer año, lo clave estuvo enfocado en mantener limpia la plantación, así como haciendo las dos aplicaciones de abono e intentando regar los árboles en la época de baja pluviosidad para lo cual se instalaron mangueras por toda la plantación para que por medio de la gravedad le llegara agua a cada árbol, esto solo funciona en el llano, pero por la poca caída del agua no funciona en la loma.

Con el transcurrir de los años y a medida que los árboles crecían los fuertes vientos se convirtieron en el principal problema, ya que por la altura, lo delgados y el peso de los arboles estos se iban al piso, para lo cual era necesario amarrarlos al suelo por medio de estacas por todos los lados, lo que se convirtió en proceso muy complejo y dispendioso en el manejo del cultivo, ya que se debía mantener la rectitud del tallo en aras de conservar la calidad de los árboles.

De igual manera las podas se convertían en un proceso bastante particular debido a que existe poca información, al igual que pocos expertos en la zona que conocieran el manejo de la misma en el cultivo de Teca (*Tectona grandis*), por lo que este proceso se realizó por medio de ensayo y error dentro del mismo cultivo hasta observar los mejores resultados. Es así como se observa que dejando el 75% del follaje y año a año ir subiendo 1.50 mts en la poda los arboles muestran las mejores características, también es importante mencionar que esta labor debe ser permanente debido a que constantemente el tallo muestra rebrotes o yemas y no se debe dejar que se ramifiquen las ramas para evitar heridas al tallo a la hora de retirarlos y formación de nudos. Estas podas se suspendieron cuando los arboles obtenían una altura de 6 mts en adelante por la dificultad para realizarlos.

Los raleos o entresacas en la Finca Villas de San Francisco no sean realizados porque el valor comercial de la Teca (*Tectona grandis*) en la zona no justifica la inversión para realizarla, solo se van sacando los árboles que no presentan condiciones óptimas y los que por efecto del viento se van cayendo.

**6.4 Determinar pautas técnicas para el manejo adecuado de la plantación de Teca (*Tectona grandis*) en la Finca Villa de San Francisco, con el ánimo de potenciar los beneficios económicos y ambientales de la siembra de esta especie.**

Las plantaciones forestales han jugado un papel importante en la economía nacional y su desarrollo ha generado grandes beneficios para todos los habitantes, desde empleo e ingresos por producto de la comercialización de la madera, hasta la prestación de servicios ambientales como purificación del aire, protección de las fuentes de agua y conservación de la biodiversidad y belleza natural.

Desde esta óptica y con el ánimo de mejorar cada día en el manejo y productividad del cultivo de Teca (*Tectona grandis*) en la finca Villa de Francisco del Municipio de Aguachica, Cesar. A continuación se describirán los aspectos técnicos más importantes a tener en cuenta de acuerdo a las experiencias encontradas en Colombia y en Centroamérica con respecto al cultivo, con el objetivo de incentivar la creación de más plantaciones forestales y de orientar al productor para que conozca cómo establecerlas y obtener los resultados esperados en cuanto a productos y rendimientos.

**Selección del sitio de plantación.** Para cualquier cultivo, la selección del sitio es uno de los factores de suma importancia si se desea tener éxito. Las características ambientales (precipitación, temperatura, humedad relativa, horas luz, velocidad del viento) y los factores edáficos (fertilidad, textura, profundidad, drenaje), influyen sobre la calidad de la madera y en el crecimiento potencial de la especie. Si no se reconocen las restricciones de los sitios y los límites de adaptabilidad de las especies arbóreas los fracasos son comunes y a menudo grandes.

Para el caso de la finca Villa de San Francisco, este factor se tuvo en cuenta ya que los propietarios de las finca son profesionales del área de las ciencias agrarias para lo cual tuvieron este aspecto en cuenta a la hora de escoger el sitio para la siembra de la Teca (*Tectona grandis*).



Fuente: Autora del proyecto

**Densidad de la plantación.** La mayoría de las especies cultivadas están establecidas a 3,0 x 3,0 m, pero recientemente este espaciamiento está aumentado para bajar costos de establecimiento y para hacer menos raleos, tomando también en cuenta los avances en mejora genética y con el empleo de técnicas de manejo más oportunas. Considerando que la Teca (*Tectona grandis*) tiene buena forma natural y que las altas densidades pierden el sotobosque y se erosiona el suelo, se recomienda distanciamientos de 3,5 m x 3,5 m.

En la Finca Villa de Andrés se tomaron en cuenta estas recomendaciones y se encuentran dos lotes cultivados el Llano con una distribución de 4x3 y la Loma de 3x3, esto se realizó con el ánimo de observar cual sitio tendría las mejores características en el crecimiento y productividad de la Teca (*Tectona grandis*), estas características se encuentran registradas en el cuadro resumen.



Loma 3x3



Llano 4x3

Fuente: Autora del proyecto

**Mantenimiento (control de competencia y fitosanitario).** El mantenimiento comprenderá labores de limpieza de la plantación, se efectúan de manera manual y mecanizada. Con el fin de evitar la competencia por parte de especies indeseables, por nutrientes y luz que inhiben el crecimiento y desarrollo adecuado de la planta.

**Control de Malezas.** La Teca (*Tectona grandis*) es exigente de luz vertical y es sensible a la humedad y a la competencia por malezas, por eso la preparación del terreno y el control de malezas es vital si se desea obtener buen desarrollo inicial. Esta actividad puede hacerse manual, mecánica, química o mixta.

Se recomienda al menos tres limpiezas el primer año, dos el segundo, una el tercero. Una aplicación de N, P, K al establecimiento puede mejorar el crecimiento permitiéndole a las plantas mayor capacidad para competir con las hierbas no deseables. En todo caso, debe permitirse el

establecimiento y crecimiento de una cobertura vegetal baja de especies nativas leñosas para proteger el suelo de la erosión.

Cuando los árboles de Teca (*Tectona grandis*) que hayan alcanzado cierta altura y que las otras plantas no representen una amenaza por competencia, las limpiezas deben limitarse a la eliminación de lianas o bejucos.

El control de malezas también ayuda a disminuir el riesgo de incendios forestales en aquellas zonas con climas estacionales muy marcados, y aunque la especie es resistente al fuego (especialmente los árboles jóvenes se recuperan con facilidad después de un incendio) se pueden producir retrasos en el crecimiento.

Frente a este criterio técnico, en la finca Villa de San Francisco este se realizó cumplidamente durante los primeros años del cultivo, pero en la actualidad no se ha vuelto a implementar y en la plantación de la Loma se evidencia descuido en el tratamiento de los árboles, mientras que en el Llano no es necesario ya que la falta de luz generada por la altura de las ramas no permite el crecimiento de maleza, tal como se puede observar en las fotos.



Loma



LlanoFuente:

Autora del proyecto

**Manejo de la plantación.** El espaciamiento inicial de los árboles y el número, 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, lo cual también reduce el rendimiento potencial de la plantación.

Las operaciones de aclareo y poda condicionan fuertemente el rendimiento y la calidad de la madera. Para producir troncos largos sin nudos, la estrategia usual es mantener rodales cerrados con plantaciones de alta densidad, que permanecen sin enredarse durante los tres o cuatro primeros años de la plantación.

**Raleos.** 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

Aunque en la finca Villa de san Andrés ya existen las condiciones dadas para la realización de raleos estos no se han efectuado aun, ya que según el propietario de la finca el precio ofrecido por la madera no justifica la inversión de mano de obra y transporte para su comercialización.

Esta situación va muy acorde con lo que indica Fonseca (2004). 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.

**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.

De igual forma, En el sentido de manejo silvicultural, se considera la poda como la eliminación, muy cerca o pegada al tallo, de las ramas de los costados, vivas o muerta, y de múltiples líderes (bifurcaciones) de un árbol en pie, para el mejoramiento del árbol o de su madera.

Esta actividad en la finca Villa de San Francisco ha sido descuidada por parte los propietarios, afectando en gran medida el crecimiento y por ende la productividad del cultivo.



Fuente: Autora del Proyecto

**Control y combate de plagas y enfermedades.** La Teca (*Tectona grandis*) 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 *Luteus* iniciándose el ataque después del año.

En la finca Villa de san Francisco, las plantaciones no han sido afectadas por ninguna plaga hasta el momento. Se pensó que la hormiga arriera sería un problema pero esta no afecto el cultivo.

Solo en la actualidad el comején esta apareciendo en algunos árboles, pero este es de fácil manejo.



Fuente: Autora del Proyecto



## Capítulo 7. Análisis de Resultados

En la selección del sitio para la siembra de una plantación de Teca (*Tectona grandis*) se deben considerar desde aspectos generales (reconocimiento del sitio, uso y condiciones del suelo y la zonificación ecológica) hasta aspectos muy detallados, considerando factores como la cantidad y distribución de las lluvias, la temperatura, el relieve, la estacionalidad de los vientos, etc., los cuales son útiles para descartar áreas que no cumplen con los requisitos de la especie forestal. Además, se debe tener en cuenta que la teca requiere de suelos fértiles para su crecimiento óptimo, especialmente suelos ricos en Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). No obstante, el mejor crecimiento ocurre en suelos aluviales profundos, porosos, fértiles y bien drenados, con un pH neutral o ácido.

En la finca Villas de San Francisco no se tuvieron en cuenta estos criterios técnicos. El sitio para la plantación fue escogido más como aprovechamiento de áreas subutilizadas de la finca que para la producción técnica del cultivo de Teca (*Tectona grandis*).

Por lo que es recomendable emplear la mayor cantidad de información posible si se pretende ampliar el cultivo en otras áreas de la finca para con esto obtener mejores resultados en el desarrollo y crecimiento del cultivo y con esto un producto de excelente calidad que sea rentable y se convierta en fuente de generación de ingresos para el mantenimiento del cultivo y de la misma finca.

De igual forma, en las plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) no existe una densidad de siembra y espaciamiento óptimo por hectárea. Generalmente, la densidad de siembra fluctúa entre 1.111 a 1.333 árboles por hectárea, con espaciamientos de 2,5 m x 3 m, 3 m x 3 m o 2,8 m x 3,5 m, con lo cual se busca asegurar una correcta distribución de las plántulas en el terreno, para

facilitar el control de la competencia por malezas, favorecer la competencia de los árboles para lograr un desarrollo recto y permitir la realización de labores de mecanización en el mantenimiento y la cosecha.

Frente a este aspecto en la finca Villas de San Francisco para la plantación de la Loma se tomaron en cuenta los requerimientos de la literatura y el esparcimiento de los árboles se realizó de 3x3 metros con una densidad 1.111 árboles por hectárea, mientras que en el Llano el esparcimiento se realizó de 4x3 metros obteniendo una densidad de 625 árboles por hectárea, lejos de los criterios mínimos establecidos para un cultivo con ánimos de productividad, esto debido a que el cultivo del Llano tenía fines silvopastoriles que con el transcurso del tiempo no cumplió ninguno de los objetivos para lo cual fue establecido.

Por consiguiente, la improvisación y la falta de planeación a la hora de implementar un cultivo de Teca con fines de explotación, se ven reflejados en la diferencia de características en cada una de las unidades de muestreo, por lo que se recomienda formular un programa con objetivos y procedimientos claros si se desea establecer nuevos cultivos en otras áreas del finca para lograr un mejor desarrollo y crecimiento del cultivo.

Además de lo anterior, en una plantación de Teca (*Tectona grandis*) la poda se realiza para garantizar la rectitud del fuste, mejorar la calidad de la madera y aumentar su valor para aserrío, por eso es necesario fomentar la ejecución de podas tempranas. Las podas deben concentrarse en los primeros dos años, principalmente la poda basal, con frecuencia de una intervención por año. A partir del tercer año y hasta el sexto, la intensidad de manejo disminuye y se debe centrar en la poda media alta, siendo más selectiva, en donde solamente se debe podar los árboles que llegarán a la cosecha final de trozas para aserrío. En la poda media alta, lo óptimo es hacer la poda de las ramas laterales cuando el fuste tiene 12 cm de diámetro; sin embargo, no se debe abusar de esta práctica ya que puede afectar el crecimiento del árbol y se estimula la aparición de rebrotes.

Este proceso se realizó por medio de ensayo y error dentro del mismo cultivo hasta observar los mejores resultados. Es así como se observa que dejando el 75% del follaje y año a año ir subiendo 1.50 mts en la poda los arboles muestran las mejores características, también es importante mencionar que esta labor debe ser permanente debido a que constantemente el tallo muestra rebrotes o yemas y no se debe dejar que se ramifiquen las ramas para evitar heridas al tallo a la hora de retirarlos y formación de nudos. Estas podas se suspendieron cuando los arboles obtenían una altura de 6 mts en adelante por la dificultad para realizarlos.

A pesar de que la literatura es clara en la ejecución de este criterio técnico, se puede observar que en la Finca Villas de San Francisco no se realizó esta actividad de acuerdo a lo sugerido, lo que ratifica la falta de aplicabilidad y manejo técnico del cultivo desmejorando los resultados y el óptimo desarrollo del mismo.

En lo que respecta a las características de crecimiento y desarrollo de la plantación de Teca (*Tectona grandis*) establecida en la Finca Villa de San Francisco, los resultados obtenidos corresponden a un incremento medio del diámetro de 1.52 cm/año para el Llano y 1.36 cm/año para la Loma, la altura presento un promedio de 1.6 m/año para el Llano y 1.4 m/año para la Loma, se encuentran dentro del promedio para cultivos con 10 años, lo que significa que cuentan con unas características adecuadas para el manejo del cultivo de Teca (*Tectona grandis*) según comparaciones con otros estudios como se explicó en el marco teórico.

Por último, el momento oportuno para hacer los raleos se define de acuerdo a la ocupación de sitio, más que a la altura de los árboles y a la edad. Los raleos se deben hacer al momento que ocurra el cruzamiento de las ramas dentro de la plantación.

El raleo se realiza con el fin de eliminar los árboles mal formados o bifurcados y reducir la densidad general en la cosecha final. En el primer raleo se deben eliminar entre el 33 al 40% de los árboles en pie, de acuerdo al desarrollo de los árboles se debe programar una segunda, tercera o

cuarta entresaca. Las densidades finales comunes para la Teca (*Tectona grandis*) de aserrío están entre 200 a 250 árboles/ha.

Factor que tampoco se tenido en cuenta, ya que estos no sean realizados porque el valor comercial de la Teca (*Tectona grandis*) en la zona, no justifica la inversión para realizarla y solo se van sacando los árboles que no presentan condiciones óptimas y los que por efecto del viento se van cayendo para ser utilizados como leña o material para la finca.

En definitiva, el estudio arroja como resultado la falta de implantación de un cultivo con miras a ser productivo por lo que se debe replantear todo los procedimientos y estructurar de mejor manera, si se piensa en el establecimiento de futuras plantaciones en la finca.

Igualmente, realizar evaluaciones de calidad en las plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) en la Finca Villa de san Francisco, con estudios más profundos en aspectos como sitio, suelo, variables cuantitativas como DAP, altura total, altura de bifurcación, área de copa y variables cualitativas como daño mecánico, estado fitosanitario, ángulo de inserción de rama y rectitud del fuste, a fin de llegar a soluciones sin causar daños económicos.

## Conclusiones

Se considera que las plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) evaluadas en la finca Villa de San Francisco presentan un buen desarrollo y crecimiento, aunque estas no han recibido un adecuado manejo de acuerdo a las observaciones de campo realizadas en el presente estudio. Es importante tener en cuenta que aunque para la implementación del cultivo no se tuvieron en cuenta criterios técnicos para la selección del sitio, este cumple con las características para el establecimiento de la especie y por lo tanto, debe dársele el manejo adecuado a las parcelas permanentes de medición para tener una base de datos más representativa, ya que plantaciones como esta pueden brindar mucha información acerca de sitios similares para el futuro establecimiento de plantaciones forestales con Teca (*Tectona grandis*) en otras áreas de la finca.

Los modelos tradicionales del crecimiento y productividad forestal son empíricos, es decir, se basan en relaciones estadísticas entre el crecimiento y otras variables de los árboles, del bosque y del ambiente, por lo tanto, De acuerdo con lo observado en el campo se puede evidenciar que las plantaciones establecidas en la Finca Villa de San Francisco presentan diferentes condiciones de comportamiento y crecimiento que van desde buenos en los lugares ondulados y bajos hasta malos en los lugares con fuertes pendientes, los cuales no se analizaron a profundidad debido a que los resultados obtenidos solo muestran el comportamiento actual del crecimiento de las plantaciones de esta finca.

En la finca Villas de San Francisco, las actividades silviculturales como el raleo, la poda, y demás criterios técnicos no son tenidos en cuenta tal como lo indica la literatura, los cuales son necesarios en plantaciones forestales con fines de producción de madera, cuya finalidad es

concentrar el potencial de crecimiento en un menor número de árboles de mayor calidad, al eliminar los individuos defectuosos o de poco crecimiento. Buscando obtener al final del turno de rotación, la mayor cantidad de volumen (materia prima) concentrada en el menor número de árboles posible.

## Referencias

- Aldana, E. et al. (1994). Manual de Dasometría. Universidad del Pinar del Rio. Cuba, La Habana.
- Alfaro, M. (1983). Relación entre factores edáficos e índice de sitio para *Cupressus lusitánica* (Mill) en el valle central, Costa Rica. Tesis Licenciatura. Universidad Nacional. Heredia, CR. 132 p.
- Alvarado, A. y Fallas, J.L. (2004). La saturación de acidez y el encalado sobre el crecimiento de la Teca (*Tectona grandis* L.f.) en suelos ácidos de Costa Rica. San José, CR. *Agronomía Costarricense*. 28(1): 81-87p.
- Arias, G. (2004). Análisis del impacto económico y social de las plantaciones en Costa Rica. FUNDECOR. P. 1-22
- Bacilieri, R. Alloysius, D. y Lapongan, J. (1998). Rendimiento Crecimiento de teca. En Actas del Seminario sobre especies maderables de alto valor para la plantación Establecimiento-teca y caobas, 1-2 de diciembre de 1998. Tawau, Sabah. 27-34 p. (Informe de Trabajo JIRCAS no. 16)
- Barragan, Mishelle. (2015). Evaluación de la calidad de plantaciones de balsa ochroma pyramidale (cav. ex lam.) urb. de un año de edad, en los cantones valencia y mocache, provincia de los ríos. Recuperado de: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/251/1/T-UTEQ-0005.pdf>
- Bhat, KM. (2000). Calidad de la Madera de teca de gerente de plantaciones tropicales, con especial Referencia a las plantaciones de la India. *Bois et Forêts des Tropiques* 263 (1): 6-15.
- Betancourt Barroso, A. (1987). Silvicultura especial de árboles maderables Tropicales. Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica. 427 p.

- Briscoe, C.B. (1995). *Silvicultura y manejo de teca, melina y pochote*. CATIE / MADELEÑA. Serie técnica. Informe técnico No. 270. Turrialba, C.R. 43 p.
- Céspedes, David. (2013). *Estudio de factibilidad para el cultivo y comercialización de teca*, ubicado En el cantón san dicente, provincia de Manabí, ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.pucesa.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/600/1/80162.pdf>
- Chama, M.B. y Hernández, M.E.U. (2004). *Evaluación de plantaciones forestales comerciales de la Sociedad Cooperativa Cerro de Cintepec SCL*. Tesis licenciatura en agronomía. Universidad Veracruzana. PP 140.
- Chávez, E; Fonseca, W. (1991). *Teca: Tectona grandis L.f., especie de árbol de uso múltiple en América Central*. Turrialba, CR, Proyecto Madeleña CATIEROCAP. Serie técnica, Informe técnico 179. 47 p.
- Chaudhari, N.R. (1963). *Ensayo preliminar de pre-germinado plantación tocón por artificial regeneración de teak*. *IndianForester*. 89 (9): 638 a 640.
- Dallmeier, F. (1992). *Monitoreo a largo plazo de la diversidad biológica en zonas de bosques tropicales: métodos para la creación y el inventario de las parcelas permanentes*. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0009/000938/093876eo.pdf>
- Ecuador Forestal. (2012). *Ficha técnica No. 1 TECA*. Recuperado de: <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-1-teca/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (1977). *Elaboración de una tabla de volumen y un estudio de incremento para Teca (Tectona grandis) en El Salvador*. Documento de trabajo No. 14 FO: DP ELS/73/004. P. 53



- FAO. (2012). Medición del diámetro (DAP) del árbol. Recuperado de:  
<http://www.fao.org/docrep/008/ae578s/AE578S06.htm>
- Fonseca, William. (2004). Manual para productores de Teca (*tectona grandis* L. f) en Costa Rica. Recuperado de:  
[http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Reforestacion/2004\\_Fonseca\\_ManualProductoresTeca.pdf](http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Reforestacion/2004_Fonseca_ManualProductoresTeca.pdf)
- Galloway, G. 1993. Manejo de plantaciones forestales; guía técnica para el extensionista forestal. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 55p.
- Gobernación del Cesar. (2009). Cesar en Cifras. Recuperado de:  
[http://www.incoder.gov.co/documentos/Estrategia%20de%20Desarrollo%20Rural/Pertiles%20Territoriales/ADR%20Sur%20del%20Cesar/Otra%20Informacion/CESAR\\_EN\\_CIFRAS\\_2009.pdf](http://www.incoder.gov.co/documentos/Estrategia%20de%20Desarrollo%20Rural/Pertiles%20Territoriales/ADR%20Sur%20del%20Cesar/Otra%20Informacion/CESAR_EN_CIFRAS_2009.pdf)
- Gonzales Suarez. (2003). Productividad de Teca. Proyectos bosques tropicales de Sudamérica. Quito, EQ. Consultado el 3 de Agosto de 2003. En línea en  
<http://www.bosquestropicales.com/html/Espanol/productividad.html>
- Gregersen, H., Arnold J.E.M., Lundgren A. Contreras H. A., de Montalembert M.R, Gow D. (1995). Análisis de impactos de proyectos forestales: problemas y estrategias. Estudio FAO Montes 114. Roma.
- Henaó, I. (1982). Estudio de Rendimientos y Rentabilidad en una Plantación de Teca (*Tectona grandis*, L.f.). Crónica Forestal y del Medio Ambiente. Vol n no 1 y 2. Medellín, Col. 1-7Sp.
- Heredia. (2003). Manual para productores de teca (*Tectona grandis* L. f) en costa rica. Recuperado de:  
[http://www.fonafifo.go.cr/documentacion/biblioteca/decretos\\_manuales/MANUAL%20PROD%20TECA.pdf](http://www.fonafifo.go.cr/documentacion/biblioteca/decretos_manuales/MANUAL%20PROD%20TECA.pdf)

- Herrera, B; Alvarado, A. (1998). Calidad de sitio y factores ambientales en bosques de Centro América. San José, CR. Agronomía Costarricense. 22(1): 99-117p.
- Hernández, Sampieri. (2010). Metodología de la Investigación. Recuperado de:  
[http://www.upsin.edu.mx/mec/digital/metod\\_invest.pdf](http://www.upsin.edu.mx/mec/digital/metod_invest.pdf)
- IICA. Junta Interamericana de Agricultura. (2001). Plan de mediano plazo 2002-2006. Recuperado de: [https://books.google.com.co/books?id=sJTiy\\_HQp7kC&pg=RA2-PA31&lpg=RA2-PA31&dq=modelo+de+crecimiento+de+teca&source=bl&ots=k5vVvxzqXD&sig=57zP4ULwdA2KpaPEcMmCjJnPqMo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiMn\\_zZx4zPAhVFfiYKHTikDQ04ChDoAQgfMAA#v=onepage&q=modelo%20de%20crecimiento%20de%20teca&f=false](https://books.google.com.co/books?id=sJTiy_HQp7kC&pg=RA2-PA31&lpg=RA2-PA31&dq=modelo+de+crecimiento+de+teca&source=bl&ots=k5vVvxzqXD&sig=57zP4ULwdA2KpaPEcMmCjJnPqMo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiMn_zZx4zPAhVFfiYKHTikDQ04ChDoAQgfMAA#v=onepage&q=modelo%20de%20crecimiento%20de%20teca&f=false)
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INAFAP. (2011). Establecimiento de plantaciones comerciales de teca (*Tectona grandis* L. f.) en Tamaulipas. Recuperado de:  
<http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/894.pdf>
- Instituto Nacional de Bosques. (2013). Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales de Teca en Guatemala. Guatemala. 37 pp
- Katie. (2013). Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades. Recuperado de:  
[http://biblioteca.catie.ac.cr/descargas/Teca\\_Mitos\\_y\\_Realidades.pdf](http://biblioteca.catie.ac.cr/descargas/Teca_Mitos_y_Realidades.pdf)
- Keogk, R, 1987. The Care and management of teak (*Tectona grandis* L.f.) Plantations. Guía de campo práctica para forestales en el Caribe, Centro América, Venezuela y Colombia. Heredia, C.R. Universidad Nacional de Heredia, C.R. Facultad de Ciencias de la tierra y el mar. 48p
- Krishnapillay, B. 2000. Silvicultura y ordenación de plantaciones de teca. Unasylva. FAO. Roma, Italia. 51(201): 14-21.

- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos*. Traducido por Antonio Carrillo. GTZ. Eschborn. 335 p.
- Lojan, M. (1964). *Dasometría, teoría y técnica de las mediciones forestales*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Madrid.
- Luján, R.; Camacho, A. 1994. Manejo y crecimiento de linderos: Resultados de ensayos del proyecto CATIE/GTZ, de tres especies maderables en la zona de Talamanca, Costa Rica. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Serie técnica. Informe técnico # 224. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 95p.
- Nair, C.T y Souvannavong, O. (2000). Nuevos temas de investigación en la ordenación de la teca. Roma, IT. FAO, *Unasylva* 51(201): 3-13 p.
- Meza, A. 2000. Mantenimiento y manejo de plantaciones de teca. *La Teca: Manejo de plantaciones e industrialización*. CTCAP/TEC/CIIBI. San Salvador, El Salvador. 26p.
- Moya, R. (2002). Influencia del cambium, tasa de crecimiento y nivel de precipitación sobre la densidad básica de la teca en Costa Rica. *Madera y Bosques*. 8(1):39-49 p.
- Monteuuis, Oliver. (2006). Adelantos en la clonación de teca. Recuperado de: [www.itto.int/direct/topics/topics\\_pdf\\_download/topics\\_id=36590000&no=3](http://www.itto.int/direct/topics/topics_pdf_download/topics_id=36590000&no=3)
- Murillo, O. (2000). Propuesta metodológica para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Murillo, O. & Badilla, Y. (2004). Calidad y valoración de plantaciones forestales. Taller de publicaciones, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

- Murillo, O. (1991). Metodología para el control de la calidad en plantaciones forestales. Costa Rica: Tecnología en Marcha.
- Murillo, O & Camacho, P. (1997). Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. Recuperado de: [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v21n02\\_189.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n02_189.pdf)
- Oficina Nacional forestal. (2009). Guía del productor para el establecimiento y manejo de pequeña plantaciones forestales. Recuperado de: [http://onfcr.org/media/uploads/cyclope\\_old/adjuntos/Guia\\_productor\\_ONFuz37186.pdf](http://onfcr.org/media/uploads/cyclope_old/adjuntos/Guia_productor_ONFuz37186.pdf)
- Ordoñez, José. (2010). Plantaciones de Teca: Negocio en alza. Recuperado de: [http://www.revista-mm.com/ediciones/rev80/forestal\\_teca.pdf](http://www.revista-mm.com/ediciones/rev80/forestal_teca.pdf)
- Pandey, D.; Brown, C. 2000. La teca: una visión global. Unasyuva. FAO. Roma, Italia. 51(201): 3-13.
- Peechi, Kerala. (2003). Advancements sobre Gestión ande teca Productividad en América Central. Ponencia presentada en la Conferencia Internacional de las Maderas Calidad Producciones de la teca de la gestión forestal sostenible., India.
- Piotto, D., Montagnini F., Kanninen M., Ugalde L. y Viquez E. (2002). Comportamiento de las especies y preferencias de los productores. Plantaciones forestales en Costa Rica y Nicaragua. Revista Forestal Centroamericana. No. 38: 59-66.
- Proaño, Aníbal. (2007). Identificación de la calidad de sitio, utilizando el incremento medio anual en un cultivo de rebrote de teca en la hacienda Tecal Robusta. Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4375/1/6895.pdf>

- Rao, Y.S. (1991). ardess Keynote. En teca: Actas del simposio internacional reack, Thiruvananthapuram, Kerala, India. 02 al 04 diciembre 1991. Eds. Basha, C.C...; Mohanan, C. Sankar, S. Kerala, India. / Kerala Forestal Departamento Forestal y Kerala Instituto Reaearch. / 01.06 p.
- Rojas, Z. A. (1998). Evaluación del impacto económico y apreciación de los efectos ambientales de la reforestación con árboles de uso múltiple en comunidades de la costa sur de Guatemala. Tesis. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 135 p.
- Rodríguez, A. M.M., Mendoza, B.M.A., Ávila, B.C.H. y Pacheco, V. J.E. (1999). Ocupación por árboles de calidad: un concepto para evaluar plantaciones. Madera y Bosques, vol. 5 (1): 43-51.
- Ruokonen, M. (1994). Evaluación técnica de las plantaciones forestales en el estado de Veracruz. Estudio técnico No. 8 en Estudios Técnicos Forestales Realizados en Veracruz en el Marco del Acuerdo México – Finlandia. Veracruz. México.
- Sampayo, salvador. (2011). Establecimiento de plantaciones comerciales de teca (*Tectona grandis* L. f.) en Tamaulipas. Recuperado de: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/894.pdf>
- Schargel I. 2003. Evaluación preliminar de plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.F.) en la agropecuaria Monthijos, estado Portuguesa (Resumen).In Salazar, P.; González, R. y Utrera, A., eds. XV Jornadas de investigación Vicerectorado de Producción Agrícola. UNELLEZ, Guanare.p. 34.
- Seforven.1993. Autoecología de la especie: teca. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Caracas, Venezuela. Cartilla 11. 14 p
- Sima, Shenja. (2010). Relación del suelo con el crecimiento inicial y contenido foliar de teca (*Tectona grandis*), y adaptación de leguminosas para control de arvenses bajo un sistema

fertirriego en Campeche, México, Recuperado de:  
<http://orton.catie.ac.cr/REPDOCA/A5384E/A5384E.PDF>

Solares, Ana. (2014). Evaluación del crecimiento y desarrollo de plantas de teca (*tectona grandis* l.f.) producidas mediante semilla y clones, en finca la colorada, Sayaxché, Petén. Recuperado de: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/22/Solares-Ana.pdf>

Torres, R. J. M. y Magaña, T. O. S. (2001). Evaluación de Plantaciones Forestales. Editorial Limusa. D.F., México. Pág. 472

Ugal, Luis. (2006). Perspectiva económicas y ambientales de las plantaciones de Teca bajo manejo sostenible, en panamá. Recuperado de:  
[http://www.miambiente.gob.pa/images/stories/BibliotecaVirtualImg/DesarrolloForestal/DIAGNOSTICO\\_TECA\\_2006.pdf](http://www.miambiente.gob.pa/images/stories/BibliotecaVirtualImg/DesarrolloForestal/DIAGNOSTICO_TECA_2006.pdf)

Ugalde, L. (1993). Crecimiento y Calidad de Sitio de Teca en América Central. Curso de Manejo de Plantaciones Forestales en la región Chorotega, Costa Rica. Chorotega, C R. 9p.

Ugalde Arias, L. (2001). Guía para el establecimiento y medición de parcelas para el monitoreo y evaluación del crecimiento de árboles en investigación y en programas de reforestación con la metodología del sistema MIRA-SIL. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 14 p.

Universidad de San Carlos de Guatemala/Facultad de Agronomía (1898). Manual de muestreo de suelos. Guatemala, Fausac. 55p

Vásquez, W; Ugalde, L.A. (1994). Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea* Roxb., *Tectona grandis* L.F., *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand y *Pinus caribaea* en Guanacaste, Costa Rica. Informe final, Convenio de Cooperación Proyecto Forestal Chorotega (IDA/FAO). Proyecto Madeleña-3. Turrialba, CR. 132p.

Vega, Abraham. (2013). Evaluación de las plantaciones forestales comerciales establecidas entre 1994 y 1996 en los Tuxtlas, ver. Recuperado de: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32685/1/vegaalarcon.pdf>

Vega, Danny. (2013). Seguimiento y valoración de madera de teca (*Tectona grandis* L.), para la exportación en la provincia de los ríos, empresa Reybanpac. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2793/1/33T0115%20VEGA%20DANNY.pdf>

Weaver, P. L. (2000). *Tectona grandis* L.F. Teca. Producción de semillas y su Diseminación.