

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**



**DECANATO DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN SILVICULTURA  
MENCIÓN MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS  
FORESTALES**

**TÍTULO PARA OBTENER: MAGISTER EN SILVICULTURA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN CON COMPONENTE DE  
INVESTIGACIÓN DE DESARROLLO**

**Evaluación del crecimiento y rendimiento de *Tectona grandis* L.F.  
en plantaciones de doce años en base a mediciones consecutivas en  
la Provincia de Orellana**

**AUTOR: Pablo Rolando Gutierrez Ulloa**

**DIRECTOR: Dra. Dunia Chávez Espondia**

**Puyo - Ecuador**

**2022**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

## **AVAL DEL DIRECTOR**

# **CERTIFICADO DE PORCENTAJE SIMILITUD DEL SISTEMA ANTIPLAGIO**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Estatal Amazónica, por ser mi Alma Mater Studiorum, y por darme las herramientas técnicas e intelectuales para brindar mis servicios profesionales a la sociedad en general.

A la compañía NEGCORPBIS S.A., Especialmente al Ing. Flavio Paredes Gerente de Operaciones por darme la oportunidad de brindar mis servicios profesionales.

A mi director del proyecto de investigación el Ing. Dunia Chávez Esponda, PhD. Docente, Directora de la maestría en Silvicultura, quien me brindo su ayuda incondicional para realizar mi investigación.

Al Dr. Luis Ugalde Arias, por trasmitirme sus conocimientos y experiencias de forma desinteresada con el objetivo de ayudarme en mi formación profesional.

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la bendición de la fe y la fortaleza de vivir a plenitud.

A mi madre Rosa que me dio la vida y su amor incondicional.

A mis abuelitos María, Virginia, Francisco y mi tía Alegría  
Los extraño mucho

A todos mis hermanos, en especial a mi querida Roxana por ser  
Mi alegría, mi sol y mi esperanza.

A mí amada hija Paulina por ser el aire que respiro y la luz que guía mi camino  
en los momentos más difíciles

A mis amigos y compañeros por ser el timonel de mi vida

Gracias a todos por el amor, la fortaleza y el apoyo incondicional.....

## RESUMEN EJECUTIVO

El gobierno de Myanmar estableció una prohibición sobre la exportación de trozas de teca. Este país es el mayor proveedor de madera de teca en el mundo con 425.000 m<sup>3</sup>, Hoppus / año, por lo que se espera cubrir este déficit con la oferta procedente de América, siendo la India el mayor importador de teca en el mundo (Raiyani, 2015). En la actualidad, la teca es la segunda especie más plantada en el litoral ecuatoriano y a su vez se lo está realizando en la amazonia ecuatoriana. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el crecimiento y rendimiento de *Tectona grandis* L.F. en plantaciones de doce años a partir de mediciones consecutivas proyectándolas a corta final con una rentabilidad económica y la sostenibilidad de los proyectos con esta especie. Los resultados del crecimiento obtenidos a una edad de 12 años en la plantación de Palmar del Rio ubicada en la Provincia de Orellana de 256,34 hectáreas. Las mediciones se realizaron inicialmente en el 2009-2010-2011-2012-2013-2014 con una cadena de 61 parcelas permanentes (PPM) de ahí se dejó de medir consecutivamente hasta el 2021 dando los resultados esperados.

314 árboles/ha, un (DAP) diámetro a la altura del pecho de 30 cm. con un (IMA) incremento medio anual diámetro de 2,3 cm, altura total (HT) de 20,44 m, con un incremento medio anual (IMA) de 1,5 m. el área basal de 22,30 m<sup>2</sup>/ha, y un volumen de 203,2 m<sup>3</sup>/ha. el índice de sitio (IS) está en 22,1 m. dando lugar a que son plantaciones con mayor índice de árboles dominantes, según la proyección dada por el Doc. Ugalde estamos en un índice alto.

La proyección que se estableció para para 20 años se estima obtener en crecimiento promedio estaría en 23,70 m. en diámetro a la altura del pecho (DAP) y en altura total (HT) un promedio aproximado de 39 cm. La proyección del volumen total (VT) se estima en 245 m<sup>3</sup>/ha. el incremento medio anual diámetro (IMA) se estima en un decrecimiento para los 20 años llegando a 1,69cm. e igualmente la altura total estaría en 1,10m.

**PALABRAS CLAVES:** *Tectona grandis* L.F., mediciones consecutivas, Promedio de medición, parcelas permanentes.



## ABSTRACT

The Myanmar government has established a ban on the export of teak logs. This country is the largest supplier of teak wood in the world with 425,000 m<sup>3</sup>, Hoppus / year, so it is expected to cover this deficit with the supply from America, India being the largest importer of teak in the world (Raiyani, 2015). Currently, teak is the second most planted species on the Ecuadorian coast. The objectives of this research were to evaluate the growth and yield of *Tectona grandis* L.F. in twelve-year-old plantations from consecutive measurements projecting them at final cut in the province of Orellana in the company Fidecomiso Palmar del Rio, wood yield, economic profitability and sustainability of projects with this species. The growth results obtained at an age of 12.5 years in a plantation of 256.34 hectares with a chain of 61 permanent plots with 314 trees/ha, a DBH of 30 cm. with an IMA diameter of 2.3 cm, total height of 20.44 m, with an (IMA) of 1.5 m. the basal area of 22.30 m<sup>2</sup>/ha, and a volume of 203.2 m<sup>3</sup>/ha. the site index is 22.1 m. giving rise to the fact that they are plantations with a higher index of dominant trees according to stratification, we are in a high index. The projection that was established for 20 years that is estimated to be obtained in average growth would be 23.70 m. in diameter at breast height (DBH) and in total height (HT) an approximate average of 39 cm. The projection of the total volume (VT) for 20 years of age is estimated to be 245 m<sup>3</sup>/ha. The (IMA) diameter projection for 20 years is decreasing reaching 1.69m. and also the total height would be 1.10m.

**KEYWORDS:** *Tectona grandis* L.F., consecutive measurements, average measurement.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	II
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	III
AVAL DEL DIRECTOR .....	IV
CERTIFICADO DE PORCENTAJE SIMILITUD DEL SISTEMA ANTIPLAGIO .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
DEDICATORIA.....	VII
RESUMEN EJECUTIVO.....	VIII
ABSTRACT .....	IX
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
<b>1.1. Problema</b> .....	2
<b>1.2. Hipótesis de la investigación</b> .....	4
<b>1.3. Objetivo general</b> .....	4
<b>1.4. Objetivos específicos</b> .....	4
CAPITULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	5
<b>2.1. Reseña histórica</b> .....	5
<b>2.2. Propiedades de la teca</b> .....	5
2.2.1. <i>Generalidades</i> .....	6
<b>2.3. Condiciones medioambientales para el cultivo de teca</b> .....	7
2.3.1. <i>Clima.</i> .....	7
2.3.2. <i>Temperatura.</i> .....	7
2.3.3. <i>Precipitación</i> .....	7
2.3.4. <i>Suelo</i> .....	7

2.3.5. <i>Ph</i> requerido.....	7
<b>2.4. Condiciones socioeconómicas para el cultivo y explotación.....</b>	<b>8</b>
2.4.1. <i>Condiciones de accesibilidad a red vial.</i> .....	8
2.4.2. <i>Tenencia y disponibilidad de tierras.</i> .....	8
2.4.3. <i>Aceptación de la Comunidad.</i> .....	8
2.4.4. <i>Sitios representativos del Ecuador para cultivo y explotación de la Teca.</i> .....	8
<b>2.5. La silvicultura.....</b>	<b>9</b>
2.5.1. <i>Definición.</i> .....	9
<b>2.6. Técnicas de silvicultura .....</b>	<b>10</b>
2.6.1. <i>Cortas de Regeneración.</i> .....	10
2.6.2. <i>Cortas Intermedias.</i> .....	11
2.6.3. <i>Labores Complementarias.</i> .....	11
<b>2.7. Variables dasométricas.....</b>	<b>11</b>
2.7.1. <i>Concepto de Curva- Área</i> .....	12
2.7.2. <i>Parámetros Fitosociológicos</i> .....	13
<b>2.8. Monitoreo de plantaciones .....</b>	<b>14</b>
2.8.1. <i>Definición.</i> .....	14
2.8.2. <i>Parcelas de monitoreo</i> .....	14
<b>2.9. Uso del suelo en la provincia de Orellana.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. Localización.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2. Materiales .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3. Tipo de investigación .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4. Métodos de Investigación .....</b>	<b>19</b>
<b>3.5. Metodología o procedimiento de investigación .....</b>	<b>19</b>
3.5.1. <i>Determinación de unidades experimentales</i> .....	20
3.5.2. <i>Diseño de una parcela permanente de monitoreo</i> .....	20
3.5.3. <i>Metodología para el mantenimiento de la red de parcelas permanentes de monitoreo (ppm)</i> .....	21

<b>3.6. Metodología para medición de la red de parcelas permanentes de monitoreo (ppm)</b> .....	23
<b>3.7. Tratamiento de datos</b> .....	24
<b>3.8. Variables a determinar</b> .....	26
3.8.1. <i>Altura (m)</i> .....	26
3.8.2. <i>DAP (1,30 m)</i> .....	26
3.8.3. <i>Área Basal. (m<sup>2</sup>)</i> .....	26
3.8.4. <i>Volumen (m<sup>3</sup>)</i> .....	26
3.8.5. <i>IMA</i> .....	26
3.8.6. <i>Coefficiente de determinación (R)</i> .....	27
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	28
<b>4.1. Resultados</b> .....	28
4.1.1. <i>Objetivo 1</i> .....	28
4.1.2. <i>Objetivo 2</i> .....	40
4.1.3. <i>Comparación con otras plantaciones según los datos obtenidos</i> .....	43
<b>CONCLUSIONES</b> .....	46
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	47
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	48
<b>ANEXOS</b> .....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización de la Empresa Fideicomiso Palmar del Río NEGCORPBIS .....	18
Figura 2. Diseño de una parcela permanente de monitoreo .....	20
<i>Figura 3. Mapa de distribución de parcelas permanentes de monitoreo.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 4. Datos del Programa Mirasilv.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 5. Establecimiento de un Sistema de Información Geográfica (SIG) .....</i>	<i>25</i>
Figura 6. Diámetro altura al pecho (DAP) promedio por cada año de medición. ....	28
Figura 7. Diámetro promedio de la última medición por lote .....	29
Figura 8. Promedio de altura total por cada año de medición .....	29
Figura 9. Promedio altura total (m.) lotes en la última medición .....	30
Figura 10. Relación diámetro altura mediante las mediciones consecutivas por año .....	31
Figura 11. Volumen total m <sup>3</sup> /ha. Promedio por año de medición .....	31
Figura 12. Volumen Total m <sup>3</sup> total hectárea por lote de la última medición.....	32
Figura 13. Incremento medio anual diámetro por año de medición .....	32
Figura 14. Incremento medio anual (IMA) en diámetro (DAP) promedio .....	33
Figura 15. Promedio de Incremento Medio Anual de altura de las diferentes mediciones ..	33
Figura 16. Promedio Incremento Medio Anual altura total por lotes.....	34
Figura 17. Relación Incremento Medio Anual diámetro y altura promedio .....	34
Figura 18. Índice de sitio promedio en las diferentes ediciones consecutivas .....	35
Figura 19. Promedio de Índice de Sitio por lotes según las mediciones consecutivas.....	36
Figura 20. Estratificación de Índices de Sitio.....	36
Figura 21. Esquema de curvas de índice de sitio para plantaciones de teca en la amazonia ecuatoriana.....	37
Figura 22. Área basal promedio en las diferentes mediciones consecutivas.....	38
Figura 23. Área basal promedio última medición /lote en base a las diferentes mediciones consecutivas.....	38
Figura 24. Densidad de árboles según a las diferentes mediciones consecutivas .....	39
Figura 25. Número de árboles por hectárea por lote durante la última medición .....	40
Figura 26. Proyección del diámetro promedio para los 20 años en base a mediciones anteriores .....	40
Figura 27. Proyección de altura total (m.) a 20 años de edad en base a mediciones consecutiva .....	41
Figura 28. Proyección de Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha) a los 20 años de edad en base a mediciones consecutivas.....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Medición IMA DAP Y IMA altura .....	35
Tabla 2. Estratificación de Índices de Sitio .....	36
Tabla 3. Medición Arboles dominantes.....	37
Tabla 4 Medición DAP.....	41
Tabla 5 Medición Promedio Altura total.....	42
Tabla 6. Medición Volumen total.....	43
<i>Tabla 7. Comparación de diferentes plantaciones de teca de 12 años con la Proyección del Doctor Luis Ugalde .....</i>	<i>43</i>

## CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

La teca (*Tectona grandis* L.F.) es un árbol frondoso de la familia de las Verbenáceas que alcanza hasta 30 metros de altura. Este árbol originario principalmente de la India, Tailandia y Birmania, debido a su calidad maderera es muy apetecido por la industria maderera del mundo, especialmente de países altamente desarrollados como la India, China, Inglaterra, Japón, entre otros, para la elaboración de finos muebles y embarcaciones (Walker y Aidan, 2017)

Sobre este particular árbol se ha escrito y estudiado considerablemente, debido a los múltiples beneficios que su cultivo aporta; de hecho, se considera que la materia prima extraída de ella (madera) es una de las más relevantes en materia de construcción y en trabajos de carpintería; por lo que: “La teca también se usa para hacer muebles finos, pisos, ensambladuras, terminaciones de interior, dinteles, puertas, entrepaños, tallados, artículos torneados, tanques y cubas de gran tamaño, e instalaciones de laboratorio” (Weaver, 2018, p. 2)

Sin embargo, debido a la sobreexplotación de esta madera en los países de origen se ha generado una demanda mundial mayor de la que pueden cubrir los países originarios, razón por la cual muchos países del mundo, especialmente latinoamericanos –entre ellos Ecuador- ha iniciado el cultivo de tan apreciada madera para generar fuentes de ingreso económico para el país (Guindeo, García y Peraza, 2016). Esto obedece a que el cultivo de este árbol supone grandes beneficios desde el punto de vista económico y comercial; y de ello ha dado cuenta el continente americano, en especial países como Ecuador, ya que: Esta es casi la única especie de maderas duras tropicales que se está plantando en mayor cantidad y, además, esa cantidad va en incremento. También, la teca tiene ventajas sobre otras especies finas tropicales y templadas, pues su tasa de crecimiento es mayor y, por lo tanto, ofrece una mejor probabilidad de abastecer un mercado que entra en escasez (Aymerich y Camino, 2018, p. 6).

Es indudable que en una economía dolarizada como la ecuatoriana y que se fundamenta básicamente en la explotación petrolera –como recurso no renovable- debe buscar nuevas formas de garantizar ingresos económicos sustentados en recursos renovables

como lo es el cultivo de la Teca en extensas zonas geográficas del país que fomenten simultáneamente el empleo de mano de obra ecuatoriana que tanta falta le hace al país.

De acuerdo al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2016), el Ecuador tuvo un ingreso económico anual de 30 millones de dólares netos en ganancias en el año 2016 como resultado de la exportación de Teca, principalmente destinadas a la India (95% de las 160.000 toneladas exportadas anualmente). Las principales provincias beneficiarias de este producto fueron las provincias de Guayas, Manabí, Esmeraldas y Los Ríos.

En la región amazónica, es especial, la biodiversidad es abundante, se convierten en una zona sumamente atractiva y comercial. Uno de estos árboles es la teca, que se cultiva no solo en la región amazónica, sino además en otras regiones, lo cual ha posibilitado el incremento progresivo de la economía a nivel nacional. Señala Torán (2017) al respecto que: Se necesita tener experiencia para cultivar esta especie, ya que con los conocimientos necesarios se venderá de mejor manera si se conoce como, cuando y donde hacerlo. El crecimiento económico de esta especie hace que cada vez más personas quieran introducirse en el mercado maderero. Es una inversión a largo plazo que vale la pena la espera por un producto muy cotizado en el mercado extranjero.

Por lo expuesto anteriormente, y considerando que la región oriental ecuatoriana ha sido marginada por décadas en términos de acceso a condiciones de vida dignas tras carecer de ingresos económicos significativos y permanentes, pese a ser la fuente de producción petrolera, resulta imperioso estudiar las condiciones medioambientales y de silvicultura más favorables para la producción de teca a gran escala en la mencionada región, especialmente en la Provincia de Orellana.

## **1.1. Problema**

El presente proyecto está enfocado en evaluar el crecimiento y rendimiento de una plantación de teca de doce años en el cantón Francisco de Orellana de la provincia de Orellana.

El mercado de la teca actualmente está pasando por momentos dramáticos, el gobierno de Myanmar estableció una prohibición sobre la exportación de madera de teca en trozas y otras especies duras. Este país es el mayor proveedor de madera de teca de alta calidad en el mundo



con una exportación promedio anual de 300.000 toneladas, cerca de 425.000 metros cúbicos Hoppus, por lo que se espera cubrir este enorme déficit con la oferta internacional de madera

Algunas crisis en países consumidores se convierten en oportunidades de negocios para países productores como Ecuador, conociendo que hay que cubrir una fuerte demanda de madera de teca en la India, las plantaciones ecuatorianas se comienzan a cotizar con precios atractivos para los productores nacionales, sin embargo debemos cambiar el manejo forestal tradicional a un manejo forestal intensivo, donde se maneje información estadística y real del crecimiento y rendimiento, con la finalidad de poder conocer nuestra productividad y nos podamos comparar con otros sitios ayudándonos a mejorar nuestros procesos para que las plantaciones actuales y las nuevas inversiones sean rentables y sostenibles con el tiempo.

## **1.2. Hipótesis de la investigación**

¿Las variables dasométricas determinan el crecimiento y rendimiento en plantaciones comerciales de teca en la amazonia?

## **1.3. Objetivo general**

- Evaluar el crecimiento y rendimiento de *Tectona grandis* L.F. en plantaciones de doce años a partir de mediciones consecutivas proyectándolas a corta final.

## **1.4. Objetivos específicos**

- Determinar variables dasométricas de la especie a partir del diámetro y altura promedio, en base a las mediciones consecutivas.
- Proyectar el crecimiento y rendimiento a corta final en base a mediciones consecutivas a veinte años.

## **CAPITULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Reseña histórica**

La teca es introducida en Ecuador a partir del año 1960 debido a su demanda mundial que genera ingresos adicionales a países en proceso de desarrollo; sin embargo, su cultivo y manejo técnico no está muy bien difundido en países subdesarrollados como el Ecuador, siendo ésta una limitante muy importante para su producción a mediana y gran escala (Céspedes, 2013, p.59). Esto con el propósito de generar una iniciativa nacional a través de la cual se generarán ingresos económicos alternativos al petróleo y al turismo, en tanto que opciones económicas más importantes en el país, tal y como lo reseña el Ministerio de Ambiente crea la Asociación Ecuatoriana de Productores de Teca y maderas Tropicales (Céspedes, 2016, p.50).

En la actualidad, la teca es la segunda especie más plantada, después de la balsa (*Ochroma pyramidale*), en el litoral ecuatoriano. En los últimos 15 años, Ecuador se ha metido entre los grandes productores de teca de Latinoamérica. El principal importador de madera de teca ecuatoriana es la India; en el 2010, el 99% de las exportaciones fueron a ese país (Noboa & Bustamante, 2012).

Por estos antecedentes nace la importancia de establecer indicadores de productividad que permitan medir, comparar y mejorar la producción de las plantaciones de teca con el fin de obtener mayor rentabilidad económica y atraer inversionistas locales y extranjeros.

### **2.2. Propiedades de la teca**

Céspedes (2016) señala que entre los derivados del árbol de teca se encuentran la madera que sirve para diseñar muebles y embarcaciones de calidad, complementado el aceite que se genera la misma madera del árbol, así como el tinte rojizo de sus hojas son valiosos y sirven para decorar mediante lacado o embarnizado los muebles y embarcaciones diseñadas, dándoles un acabado y aspecto lujoso.

Dentro de sus propiedades se encuentran las siguientes: flexión estática, compresión paralela a la fibra, compresión perpendicular a la fibra, dureza axial (extremos) y lateral (lados), cizallaje paralelo al grano y extracción de clavos en las caras transversal, radial y tangencial (Rivero y Moya, 2006)

### 2.2.1. Generalidades

*Tectona grandis* L.F. pertenece a la familia de las Verbenáceas, es originaria de diversas zonas de la India, así como de Birmania y Tailandia. En América la primera nación en incorporarla a su cultivo fue Trinidad Tobago.

Árbol frondoso promedia una altura de 30 metros y 90 centímetros de diámetro, de fustes rectos y a veces acanalados, en su parte exterior es de color castaño claro, escamosa y agrietada. Su copa en arboles jóvenes es angosta y de color rojizo con ramas transversales.

El follaje presenta un color rojizo en un inicio que luego desaparece con inflorescencia en la parte terminal, erecta y ramificada de 40-50 centímetros de largo y ancho, hojas simples, opuestas y ovales, con pelos estrellados, verticiladas en plantas jóvenes, de color verde oscuro y ásperas, en el haz, verde claro y tormentosas con pelos blancos en el envés.

Las flores de colores blanquecinos, pequeños y numerosas, el cáliz es de color gris, finamente pubescente, con 6 lóbulos en forma de campana; corola blanco-cremosa en forma de embudo, con un tubo corto y 6 lóbulos extendidos, 6 estambres insertos en el tubo de la corola; ovario tetraocular. Las flores son hermafroditas.

Los frutos son drupas pequeñas de color castaño claro y forma esférica, como el tamaño de una avellana, tetra oculares; están envueltos en un cáliz membranoso y persistente, semejante a una vejiguilla, plegada irregularmente; miden de 2cm a 3 cm. de diámetro.

Contiene semillas pequeñas oleaginosas de 5 a 6 mm de largo. Su sistema radicular es grande y profundo, al principio crece una raíz gruesa que al madurar el árbol puede persistir o desaparecer, desarrollándose fuertes raíces laterales, lo que la hace resistente a fuertes vientos

## **2.3. Condiciones medioambientales para el cultivo de teca**

### *2.3.1. Clima.*

Esta especie logra su máximo desarrollo y tamaño en un clima tropical cálido y húmedo. La teca es heliófila, solo admite alguna sombra lateral cuando joven.

### *2.3.2. Temperatura.*

“La teca puede desarrollarse en lugares donde las temperaturas mínimas bajen hasta 1,5 0C y en la que las máximas alcancen 46°C” (Céspedes, 2016, s/p.). Los mejores rendimientos se obtienen con 22 a 27° C de temperatura media.

### *2.3.3. Precipitación*

“La precipitación requerida es de 1300 a 2500 mm por año y una estación seca de 3 a 5 meses. La cantidad de lluvia necesaria para su óptimo desarrollo es de 1500 a 2000 mm por año, pero soporta precipitaciones tan bajas como de 500 mm y tan altas como de 5100 mm por año. La teca soporta áreas secas, incluso bajo condiciones calientes y de sequía extrema”. (Céspedes, 2016, s/p).

### *2.3.4. Suelo*

Se adapta a una gran variedad de suelos, pero los ideales para la Teca son los francos – arenosos o arcillosos, con pH neutro, bien desarrollados, bien drenados, aireados y fértiles. Esta especie no resiste suelos anegados, pantanosos y compactados.

### *2.3.5. Ph requerido*

“La teca prefiere suelos con un pH neutro o ligeramente ácido, se desarrolla adecuadamente en pH de 5,5 a 6” (Céspedes, 2016, s/p).

### *2.3.6. Plagas y enfermedades.*

La mayoría de los patógenos de la Teca han sido identificados en la India y el Lejano Oriente, con sólo unos cuantos registrados en plantaciones en África, América y en áreas

lejos de su región nativa. A pesar de esto, existe muy poca información disponible acerca de sus consecuencias económicas (Weaver, 2000). Las plagas y enfermedades de mayor incidencia y severidad en el Ecuador son: *Hyadaphis erysimi* y *Hortensia similis* (Homóptera); y *Colletotrichum* sp., *Olivea tectonae* y *Ceratocystis* sp. En época lluviosa. *Atta* sp. (Himenóptera), *Hemileucamaia* y *Scolytus* sp. (Coleóptera); y *Olivea tectonae* en época seca (Flores, Crespo, & Cabezas, 2010).

## **2.4. Condiciones socioeconómicas para el cultivo y explotación**

### *2.4.1. Condiciones de accesibilidad a red vial.*

Es indudable que disponer de una red vial que permita el acceso a los sitios de cultivo para la extracción y transporte de la teca es uno de los factores primordiales y de mayor costo e inversión para la producción y comercialización del producto.

### *2.4.2. Tenencia y disponibilidad de tierras.*

Este es otro factor primordial ya que, si no se dispone de amplias extensiones de tierras para el cultivo y plantación de teca, ésta no es posible realizarla. En este contexto solamente sectores de industriales o empresarios y en el mejor caso, asociaciones de productores pueden adquirir por compra-venta o renta de terrenos los espacios necesarios para tal fin.

### *2.4.3. Aceptación de la Comunidad.*

Otro factor determinante es la apertura de la comunidad local donde se asienta el terreno para cultivo y explotación de la teca debido a que, si ésta se opone, la misma sería imposible de llevarla a cabo.

### *2.4.4. Sitios representativos del Ecuador para cultivo y explotación de la Teca.*

Si bien los sitios de vanguardia en el cultivo y explotación de Teca en Ecuador lo han constituido principalmente las provincias de Guayas, Manabí, Los Ríos y Esmeraldas (Dalmau y Gallardo, 2014), no es menos cierto que la Teca se cultiva principalmente en zonas

de bosques y selvas del mundo, siendo por esto proyectable su cultivo en la zona amazónica del Ecuador, específicamente la provincia de Orellana.

Dalmau y Gallardo (2014) señalan que más del 50% del territorio ecuatoriano que no comprende bosques ni selvas es apto para la forestación y que más del 42.9% del territorio ecuatoriano es puro bosque y selva.

## **2.5. La silvicultura**

### *2.5.1. Definición.*

La silvicultura proviene de la voz latina “silva” que en su sentido literal es sinónimo de “selva” y cultura que tiene relación o concerniente al cultivo y cuidado. En otras palabras, la silvicultura no es más que una disciplina encargada del cultivo y cuidado de bosques y zonas selváticas de un país. En relación a esta definición Carrera (2013) manifiesta:

La silvicultura es el cuidado de los bosques, cerros o montes y también, por extensión, la ciencia que trata de este cultivo; es decir, de las técnicas que se aplican a las masas forestales para obtener de ellas una producción continua y sostenible de bienes y servicios demandados por la sociedad. Estas técnicas se pueden definir como tratamientos silvícolas, cuyo objetivo es garantizar dos principios básicos: la persistencia y mejora de la masa (continuidad en el tiempo y aumento de su calidad) y su uso múltiple.

El silvicultor emplea diferentes tratamientos silvícolas en función de lo que quiera obtener, como madera, leña, frutos, calidad ambiental. Por ello, la silvicultura siempre ha estado orientada a la conservación del medio ambiente y de la naturaleza, a la protección de cuencas hidrográficas, al mantenimiento de pastos para el ganado y a la fruición pública de los bosques.

La silvicultura origina una producción diversa (diferencia clara con la agricultura), siendo necesaria la compatibilización de todas las producciones y externalizaciones que produce. Será el principio de preferencia quien rija el orden de éstas, mediante listas de preferencias jerarquizadas (p.5-6)

De lo expuesto en líneas anteriores es fácil deducir que la Silvicultura permitirá y garantizará no únicamente la explotación de un recurso natural, que en el contexto del presente proyecto es la producción de la teca, sino que a su vez garantizará el cuidado y protección ambiental para las futuras generaciones. Es decir, la silvicultura es una disciplina que garantiza un desarrollo económico y productivo sostenible y sustentable para las actuales y futuras generaciones sin degradar el medio ambiente.

## **2.6. Técnicas de silvicultura**

Al conjunto de procedimientos, actividades, labores, etc., que se ejecutan de manera sistemática sobre una masa o área forestal se le puede denominar como técnicas de silvicultura ya que apuntan al establecimiento o restablecimiento de bosques y selvas. Estas prácticas de silvicultura garantizan el crecimiento, desarrollo y cosecha de diferentes tipos de árboles en amplias y extensas zonas silvícolas (Carrera, 2013).

Los objetivos fundamentales de la Silvicultura, según Carrera (2013) son:

- Controlar la regeneración o restablecimiento de la masa forestal.
- Control de la composición de las especies.
- Control de la densidad de las masas forestales.
- Controlar la duración del turno.
- La redistribución del incremento de las masas forestales en los mejores árboles.
- Control de agentes destructivos.
- Dar protección a otros recursos.
- La incorporación de áreas improductivas.

Definidas las “técnicas de silvicultura” como “prácticas forestales”, éstas son clasificadas en tres categorías que son:

### *2.6.1. Cortas de Regeneración.*

- Matarrasa con regeneración natural.
- Matarrasa con regeneración mixta.
- Cortas sucesivas tropicales.



- Método de selección (una degeneración de este método es la corta selectiva).
- Método de enriquecimiento: individual, por grupos, por líneas o corredores.

#### 2.6.2. Cortas Intermedias.

- Aclareos.
- Cortas de liberación.
- Cortas de refinamiento.
- Cortas de saneamiento.
- Cortas de salvamento o de rescate.

#### 2.6.3. Labores Complementarias.

- Podas.
- Tratamientos o labores al suelo.
- Control de malezas o limpias.
- Control de restos o de desperdicios.
- Control de especies (limpias, linchamientos y quemas)

### 2.7. Variables dasométricas

La Dasometría es considerada como “La especialidad de la ingeniería forestal que trata de la medida (medición) en el árbol y/o rodales o bosques” (Imaña, J., et al, 2014, párr.1). Según los mencionados autores:

Para la dasometría el árbol, arbusto o planta, es tratado como un ente numérico y, como tal, debe ser considerado como unidad unitaria de cálculo (Imaña-Encinas, 2011). Tomando como ejemplo, los fustales o troncos de los árboles, la dasometría no identifica si el individuo pertenece a las coníferas, latifoliadas o palmeras. Interesa si el individuo lleva el valor mínimo de la variable dasométrica considerada, que podrá ser, por ejemplo, el valor igual o mayor a 5 cm de diámetro de la base del tronco, tomado a 0,30 m de altura del suelo (Imaña, J., et al, 2014, p.30).

En ciencias las “variables” tienen que cumplir el requisito básico y fundamental de ser “medibles”, es decir, deben tener el atributo de ser cuantificables en términos numéricos y para ello es fundamental determinar la unidad de medida. Al respecto Imaña et al. (2014) señala que la unidad de medida básica empleada en América latina para cuantificar variables dasométricas lo constituye el “métrico decimal” y así poder determinar magnitudes, aunque existe también la medida inglesa mayormente empleada en Asia e Inglaterra.

Entre las principales variables dasométricas utilizadas por la Ingeniería forestal tenemos las siguientes:

- Diámetro del árbol.
- Altura del árbol.
- Altura de la regeneración natural.
- Área basal.

Por su parte, entre las herramientas o instrumentos utilizados para medir las diferentes variables dasométricas descritas en líneas precedentes, Imaña, *et al.* (2014) señala:

- Para medir el diámetro del árbol: Cinta métrica, cinta diamétrica, forcípula forestal y trinche diamétrico.
- Para medir la altura del árbol: Vara, hipsómetros, hipsómetros Haga y Blume Leiss, hipsómetro Vertex, clinómetro de Abney y la regla métrica.
- Para medir el área basal: Barra de Bitterlich, medidor del área basal y relacopio de espejo.

### 2.7.1. Concepto de Curva- Área

Este término está relacionado con el proceso o mecanismo necesario para determinar la riqueza de las especies y la estructura de una población vegetal. Se le puede dividir en dos grupos que son:

- Métodos paramétricos

Para algunos autores como Badii, *et al.* (2012), a través de estos métodos se persigue la apreciación de ciertos parámetros poblacionales en base a una muestra, pues conociendo los patrones de distribución, se pueden percibir las variables

cuantitativas que son a su vez continuas y medibles. Hay que tener claro que la exactitud de la estimación dependerá de la magnitud de la muestra.

- Métodos no paramétricos

Badii, *et al* (2012) señalan que en el caso de este tipo de métodos no existen supuestos sobre la distribución de los parámetros de la población. También se emplean con mayor periodicidad a los datos nominales y ordinales, a pesar se pueda utilizar también para examinar datos incesantes convertidos a una escala ordinal.

### 2.7.2. *Parámetros Fitosociológicos*

La Fitosociología, según Imaña et al (2014), es la ciencia que proyecta el “complejo planta, suelo y clima”, circundando los llamados fenómenos “inter específicos”(s/p) que se vinculan con la existencia de las plantas dentro de las unidades sociales vegetales. Lozada (2010) señala que esta es una ciencia ecológica que se encarga de las comunidades vegetales y de sus vinculaciones con el medio. Asimismo, el autor indica que:

El método fitosociológico fue desarrollado, durante la tercera década del siglo XX, por Braun-Blanquet (...) Tiene su origen en la teoría organísmica de Clements (1916) según la cual la comunidad vegetal es un súper organismo, que incluso posee varias etapas de desarrollo, hasta alcanzar un equilibrio con el ambiente denominado “clímax”. En este concepto, las comunidades (al igual que las especies) pueden tener una descripción, nombre científico y clasificación en un sistema jerárquico. (p. 78)

En este contexto, los autores mencionados anteriormente explican que para realizar una correcta evaluación de plantas y árboles que compartan características comunes de “factores ambientales” y de “presión biótica” en un espacio determinado de terreno y cuya vegetación es muy similar formando “mosaicos” (tal como el cultivo de la teca), requiere considerarse variables tales como la densidad (absoluta y relativa), la frecuencia (absoluta y relativa), la dominancia (absoluta y relativa), el índice de valor de importancia y el índice de valor de cobertura.

## **2.8. Monitoreo de plantaciones**

### *2.8.1. Definición.*

El monitoreo es la verificación de las plantas para comprobar su estado fitosanitario, haciendo hincapié en el desarrollo y regeneración de la especie, además del incremento tanto en diámetro como en altura. Normalmente este procedimiento se realiza con parcelas de monitoreo.

### *2.8.2. Parcelas de monitoreo*

Aguirre (2009) señala que las parcelas de monitoreo son las herramientas más eficaces para conocer y monitorear el crecimiento, rendimiento de los árboles individuales y de los rodales. También proporcionan información valiosa con la que se busca establecer estrategias de manejo para desarrollar modelos de crecimiento, elaborar tablas de rendimiento en volumen y área basal, entre otras operaciones. El autor enfatiza que muchos de los principios y metodologías del establecimiento de parcelas de crecimiento se aplican tanto a plantaciones como a bosques naturales, aunque lógicamente entre estos hay diferencias en el tamaño, en los tratamientos que se aplican y en las variables a medir, debido especialmente a la complejidad por el número de especies y el manejo silvicultural.

De esta forma, entre los aspectos más importantes a considerar en el establecimiento de parcelas están: los costos y el tiempo requerido, lo que depende del tipo de parcela, tamaño, número, variables a medir y el número de mediciones. Por lo que básicamente existen dos tipos de parcelas: las temporales y las permanentes. (Brenes, 2002).

#### *2.8.2.1. Parcelas temporales*

Las parcelas temporales se miden normalmente una sola vez, aunque si se reubican podrían tener mediciones adicionales. De manera que una parcela temporal puede eventualmente convertirse en una permanente. (Brenes, 2002).

### 2.8.2.2. Parcelas permanentes

Las parcelas permanentes son aquellas que se establecen con el fin de que se mantenga indefinidamente en el bosque o plantación, cuya adecuada demarcación permita la ubicación exacta de sus límites y de los puntos de referencia a través del tiempo; así como de cada uno de los individuos que la conforman. Estos elementos se analizan por medio de observaciones periódicas que permiten obtener el mayor volumen de información de un sitio y comunidades determinadas (Brenes, 2002). Por su parte, Gadow, et al. (1999) también llaman a este tipo de parcelas “a largo plazo” representando una:

Base muy importante para obtener datos sobre la relación entre los factores de la estación y el crecimiento (...)

Utilizando parcelas permanentes se recoge la verdadera tendencia de crecimiento de una determinada masa a lo largo de todo su ciclo productivo, lo cual es muy conveniente, pero sin embargo la necesidad de mantenerlas a tan largo plazo es uno de sus principales inconvenientes. (p. 302)

Así, aunque los dos tipos de parcelas tienen ciertos fines diferentes, una tipología puede terminar complementando a la otra, de manera que tanto en bosques naturales como en las plantaciones se pueden establecer ambas formas de abordar el tratamiento de las parcelas.

### 2.8.2.3. Importancia del monitoreo

Durante el proceso de monitoreo y evaluación de las plantaciones forestales es necesario tener conocimiento de lo establecido por la Ley Forestal y de Conservación de Áreas naturales y vida silvestre (2004), que se encarga de clasificar a los bosques en:

1. Bosques productores:

“Bosques naturales y cultivados que se destinan a la producción permanente de productos forestales”. (p. 16) A su vez se clasifican en:

- Bosques estatales de producción permanente;
- Bosques privados de producción permanente;

2. Bosques protectores

4. Bosques y áreas especiales o experimentales.

“Son aquellos ubicados en áreas pobladas de árboles y arbustos, localizadas en gradientes mayores del 50%, en lugares inundables, humedales tropicales, manglares, pantanos, alturas mayores a 4000 metros y relictos”. (p. 16)

Una de las debilidades identificadas en el sector forestal ecuatoriano es la de no disponer de información confiable que posibilite el conocimiento de la producción forestal y el manejo sustentable. Según algunos estudios, el incremento de la masa forestal en los trópicos varía entre 0,5 y 2 metros cúbicos por año. En Ecuador, la tasa media del crecimiento de la masa forestal del bosque natural se ha fijado en un metro cúbico por hectárea/año; sin embargo, a mediados de los noventa se utiliza la tasa de crecimiento promedio de 1,13 metros cúbicos por hectárea/año. (Pierre A, 2002)

Cuando se considera la estimación de cobertura para una superficie de bosque productor que excluye bosques protectores, áreas protegidas, bosques de cordillera y manglares, la superficie sería de 5,7 millones de hectáreas que a la tasa de 1,13 m<sup>3</sup> por ha/año generaría una producción anual de 6,44 millones de m<sup>3</sup>/año. (Pierre A, 2002)

En lo que respecta a las plantaciones forestales, especialmente las de pino y eucalipto, tendrían un crecimiento de hasta 15 m<sup>3</sup>/ha/año, aunque los incrementos medios de las demás especies giran alrededor de los 10 metros cúbicos por hectárea/año. Considerando las respectivas áreas, se tiene que la producción anual sería de 2,22 millones de metros cúbicos por ha/año. (Pierre A, 2002)

## **2.9. Uso del suelo en la provincia de Orellana**

Carrera (2013) señala que:

Dentro de la provincia de Orellana predomina la vegetación natural, que ocupa alrededor de un 70% aproximadamente de la superficie total. Los bosques naturales están distribuidos entre bosque húmedo tropical y humedales, ecosistemas que se encuentran en su mayoría en los cantones de Aguarico y en la zona sureste del cantón Orellana (p.23).

Hablar sobre el uso del suelo en la provincia de Orellana, lleva a considerar las ideas abordadas por GADPO (2015) en el documento “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Orellana 2015-2019”, en el que se indica que el estudio de los suelos conduce a su reconocimiento como recurso natural con sus caracteres y relieves, con la intención de pronosticar su estado de comportamiento y de adaptación frente a eventos en los que se emplee y opere correctamente. En el texto también se indica que:

De acuerdo a la investigación realizada y presentada en los PDyOT de los cuatro cantones de la provincia, se determina que la información existente difiere en cada uno de los mismos, debido a las características de estructura y textura, así como también a la taxonomía de los suelos correspondientes a cada cantón. Por consiguiente, es fundamental referenciar de forma generalizada lo expuesto por cada Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal para luego concentrar en una matriz representativa, la descripción de los tipos de suelo existentes en la provincia de Orellana fundamentados en la clasificación taxonómica; así, como también la clase textural general del suelo de la provincia de Orellana acorde al Sistema de Clasificación propuesto por la USDA8. (p. 24)

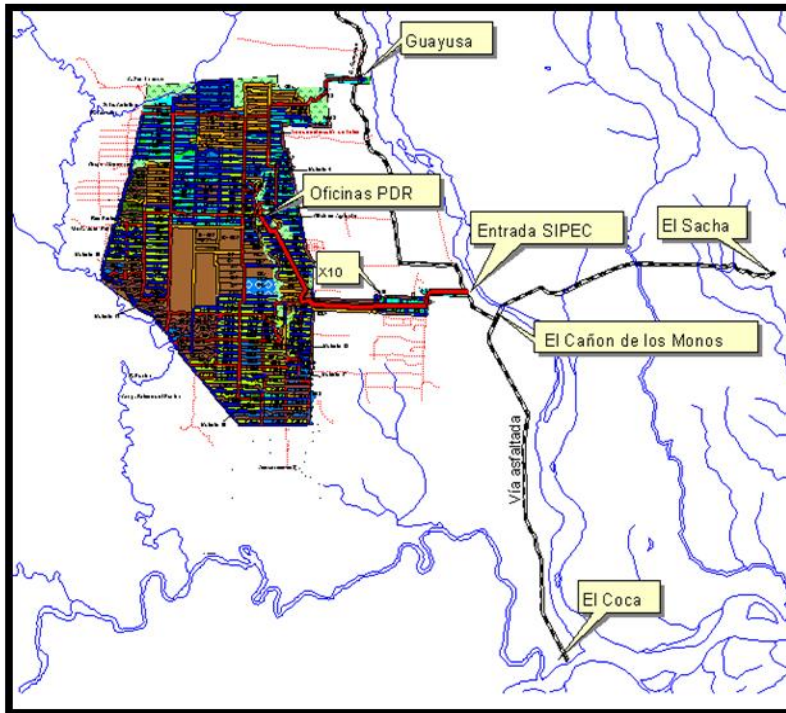
Actualmente existen 1.800 hectáreas en plantaciones de teca en la provincia de Orellana, ubicada en la parroquia San Sebastián del Coca, siendo esta la empresa “Palmar del Río”, la misma que implementó la formación de viveros de teca desde el año 2007 como alternativa estratégica para regenerar los suelos deforestados por las antiguas plantaciones de palma, siendo su actividad principal la extracción del aceite del fruto de la palma (Carrera, 2013, p.25).

## CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Localización

El proyecto se realizó en los terrenos de la Empresa Fideicomiso Palmar del Río NEGCORPBIS, Parroquia Huashito, Cantón Coca, provincia Francisco de Orellana. La Empresa está ubicada en el sector Huashito y cuenta con 1 000.000 has de superficie. Es una gran planicie delimitada al Norte por estribaciones montañosas bajas, al este por las cuencas del Río Coca (afluente del Río Napo) y la cuenca del Río Huashito Grande (afluente del Río Payamino) al Oeste por la cuenca del Río Punino (afluente del Río Payamino) y al Sur por cuenca del Río Payamino. El Río Huashito grande nace en tierras de Palmar del Río.

*Figura 1 Localización de la Empresa Fideicomiso Palmar del Río NEGCORPBIS*



Las coordenadas de la plantación:

Longitud: 0926927 Oeste

Latitud: 9989512 Norte



### **3.2. Materiales**

Para el desarrollo de la investigación se utilizará los siguientes equipos y materiales:

- Palilla grande.
- Galón de pintura roja (rinde aprox. 16 parcelas).
- Brochas pequeñas (pinceles) para numerar los árboles.
- Marcadores (rojo y negro) a prueba de agua para describir la parcela en el tubo de (pvc).
- GPS (Sistema de Posicionamiento Global).
- Libreta (A4) para realizar el croquis de la parcela.
- Sombrilla (en caso de lluvia).
- Machete
- Cinta diamétrica o cinta normal
- Piola o soga de 15 m. de largo
- Hipsómetro Sunnto
- Hojas de campo
- Mapa de distribución de PPM o croquis de parcelas

### **3.3. Tipo de investigación**

La investigación se basa en investigación de campo, investigación descriptiva e investigación documental tiene como fin evaluar el crecimiento de una plantación de *Tectona grandis* L.F. de 12 años y proyectar aún turno final de veinte años.

### **3.4. Métodos de Investigación**

La presente investigación se desarrolló en dos fases, una de campo y otra de gabinete siendo su propósito determinar el crecimiento, rendimiento y su proyección para veinte años.

### **3.5. Metodología o procedimiento de investigación**

El estudio se realizó en el predio de la empresa Negcorpbis, ubicada en el sector Huashito, parroquia Nuevo Paraíso; presenta una área de 261,032 hectáreas de plantación de

*Tectona grandis* de doce años, a fin de efectuar las estimaciones de crecimiento y otras variables dasométricas se realiza un inventario forestal (medición de todos los individuos dentro de una cadena de parcelas permanente), teniendo en cuenta un historial de mediciones consecutivas y llevar a cabo una última medición para apuntalar, afianzar y proyectar a 20 años a turno final se utilizará análisis de regresión mediante fórmulas logarítmicas.

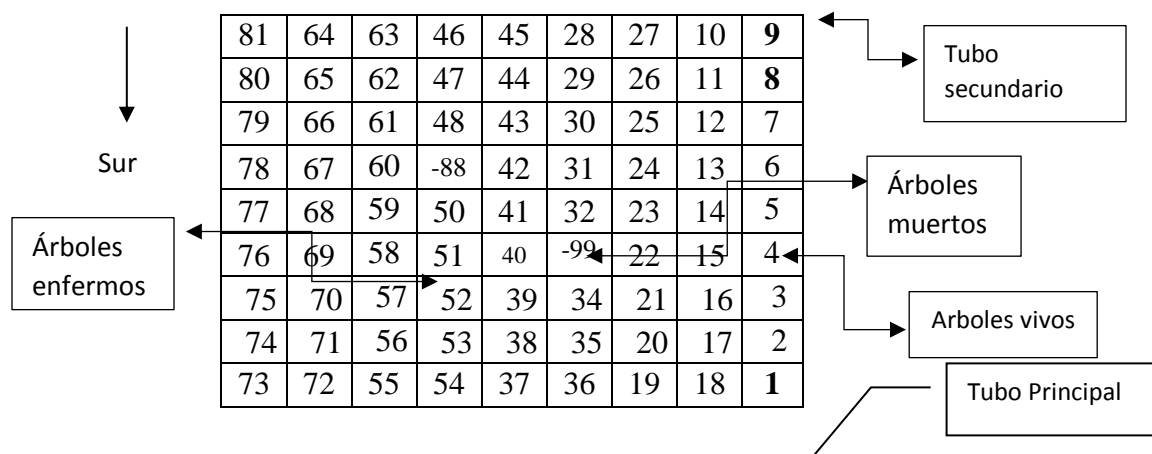
### 3.5.1. Determinación de unidades experimentales

Se utilizaron PPM (parcelas permanentes de monitoreo) en cada unidad de manejo (lote) en cultivo 2008, con un número 61 PPM y el porcentaje de intensidad es del 2%.

### 3.5.2. Diseño de una parcela permanente de monitoreo

Son de forma rectangular o cuadrada de aprox. 1000 metros cuadrados, se limitan con mojonos (tubos) plásticos en los cuales se anota el número de parcela, lote, coordenadas, etc, Posteriormente se procede a enumerar cada árbol con pintura roja a la altura de pecho (1,30m), donde se realizó la medición cada año y finalmente se realizó el levantamiento de un croquis con la distribución de todos los árboles dentro de la parcela.

Figura 2. Diseño de una parcela permanente de monitoreo



En la figura 2 se da a conocer el diseño de una parcela permanente de monitoreo que consiste en determinar primeramente el espaciamiento que ha sido establecida la plantación, si por ejemplo está a 3.5 x 3.5 m. cada árbol tendrá un espacio para crecer de aproximadamente

12.25 m<sup>2</sup>. como una parcela tiene 1000 m<sup>2</sup> se calcula que aproximadamente 81 árboles tendrán un espacio para crecer de 12.25 m<sup>2</sup> cada uno ( $1000/12.25 = 81$ ).

Una vez calculado el espaciamiento y el número de árboles por parcela se procedió a delimitar la parcela de forma rectangular de aproximadamente 1000 m<sup>2</sup> se selecciona 9 filas por 9 hileras de árboles que da 81 árboles. Las parcelas pueden ser cuadradas o rectangulares siempre y cuando se respete el número de árboles que deben ir dentro de la parcela de acuerdo al espaciamiento establecido.

Posteriormente se colocó un mojón principal (tuvo de pvc. de 1.5m.) en el centro de la primera fila y hilera correspondiente al primer árbol que se encuentra en el primer vértice de la parcela, a continuación, se colocó el resto de tubos o mojones de 1 m en los otros tres vértices restantes hasta delimitar los cuatro puntos o vértices de la parcela.

### *3.5.3. Metodología para el mantenimiento de la red de parcelas permanentes de monitoreo (ppm)*

Antes de la medición se realizó el mantenimiento de las PPMS que se refiere al repintado de la red de parcelas permanentes que se realiza cada año previo a efectuar una medición anual, con la finalidad de facilitar los cálculos y evitar que los números pintados en los árboles y tubos se borren con el transcurso del tiempo.

- Se distribuyó al personal cada dos filas de árboles (1), empezando desde el árbol 1 (fila 1 e hilera 1)
- Se repintó primeramente la parte frontal del anillo que esta a 1.30 cm de altura del suelo y posteriormente se repinta el número correspondiente a cada árbol. El repintado de los números y el recorrido dentro de la parcela es secuencial y en zig-zag hasta terminar en el árbol final (2).
- Finalmente se repinto el código de la PPM establecido en el tubo principal de pvc, utilizando un marcador (rojo o azul) a prueba de agua (3), esto lo realiza la persona que chequea los croquis y verifica el repintado de forma original en las PPM y tubos.

Figura 3. Mapa de distribución de parcelas permanentes de monitoreo



Lote	# de Parcelas	Área del lote (ha)
10A1	3	15,06
10A2	3	10,66
10B1	2	9,21
10B2	2	9,34
11A1	3	9,02
11A2	3	9,34
11B1	1	7,04
12A1	3	9,01
12A2	2	3,05
12B1	1	1,49
12B2	3	8,96
13B1	3	12,73
13B2	3	9,93
14B1	2	10,01
14B2	3	9,92
6A2	2	9,59
7A1	2	11,89
7A2	3	18,64
8A1	3	18,1
8A2	3	15,89
9A1	3	13,29
9A2	3	15,95
9B1	3	10,68
9B2	2	10,54
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>259,34</b>

Además cada PPM tiene un punto georeferencial ( coordenadas UTM ) con el propósito de que futuros investigadores vayan directamente al área de investigación sin ningún problema.

### **3.6. Metodología para medición de la red de parcelas permanentes de monitoreo (ppm)**

Una vez realizado el repintado de la cadena de parcelas permanentes, se realizó la medición de las mismas teniendo en cuenta las dos variables cuantitativas principales (diámetro, altura total.) y variables cualitativas (sanidad, forma, daños, defectos, vigor, etc.), con la finalidad de obtener información para cumplir con diferentes objetivos de monitoreo.

Se midió un total de 61 parcelas permanentes con una extensión de 259,34 ha. en los cultivos de 12 años de edad.

- De Mira-Silv (software) se obtiene formulario de hojas de campo de cada una de las PPM en el lote, estas deben ser impresas antes de ir al campo (1), además, mapa de distribución de PPM o croquis de parcelas (SIG) que nos permita orientarnos en el campo para ubicar las PPM sin pérdida de tiempo.

- En el campo, el obrero encargado de anotar las mediciones comenzó verificando y confirmando la hoja de campo que corresponde a la PPM a medir en el lote (1-2).

- Con una piola en la mano el obrero encargado de medir el diámetro de los árboles a la altura del pecho (DAP), ubico desde un extremo (árbol a medir) a la persona (técnico) que realiza la medición de la altura de los árboles (HT) ubicado al otro extremo de la piola (15 m. de distancia).

- Una vez ubicados los medidores con la piola (2) se procede a medir el DAP siempre en la línea roja pintada a 1.30 cm. con una cinta diamétrica (3) o con una cinta normal se mide la circunferencia a la altura del pecho, enseguida se mide la altura total del árbol (HT) con un hipsómetro de Sunnton (4).

- Finalmente, los datos del árbol se dictó en forma ordenada al anotador que generalmente se ubica en el centro para poder escuchar (2), si hay observaciones en cuanto a calidad y defectos de forma en el árbol se dictan códigos que están en las hojas de campo y se anota en una columna preparada para este caso.

- De esta manera se continuó con la medición de todos los árboles siguiendo la numeración de los árboles en sentido ascendente y caminando en zigzag la parcela

### **3.7. Tratamiento de datos**

Luego de haber medido y obtenido la información de campo en las diferentes parcelas de monitoreo (PPM), se ingresó la información al programa netamente forestal Mira-silv 3.3

La medición se la realiza cada año, la información a tomar es de dos tipos:

- Información cuatitativa como ser: diámetro, altura total, etc.
- Información cualitativa: sanidad, forma, daños, defectos, vigor, etc, esta información se registra en hojas de campo especialmente preparadas para monitoreo por el programa Mira-Silv 3.3, con los códigos de forma y defecto respectivos.

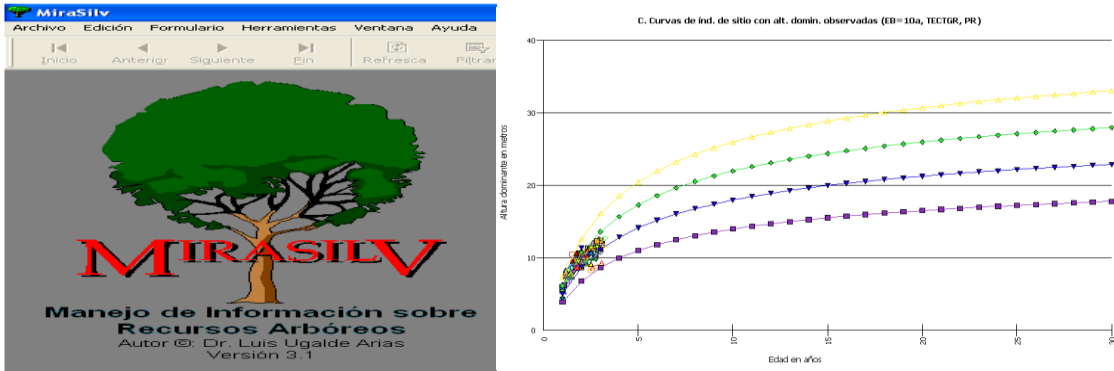
#### ***3.7.1. Software (MiraSilv 3.3)***

MiraSilv versión 3.3, es un programa desarrollado por el Dr. Luís Ugalde (CATIE-INFOA 2009, Costa Rica) que nos permite procesar toda la información Dasométrica obtenida de las PPM sobre el recurso forestal, información descriptiva tal como:

- Promedios por parcelas y lotes
- Verificación de mediciones consecutivas
- Información sobre árboles dominantes
- Distribución diamétrica
- Raleos
- Simulación de raleos
- Gráficos de promedios de variables silviculturales
- Gráficos de IS
- Códigos de forma y defecto y sanidad
- Información descriptiva

- Formularios de campo para las mediciones.
- Cadena de custodia, etc.

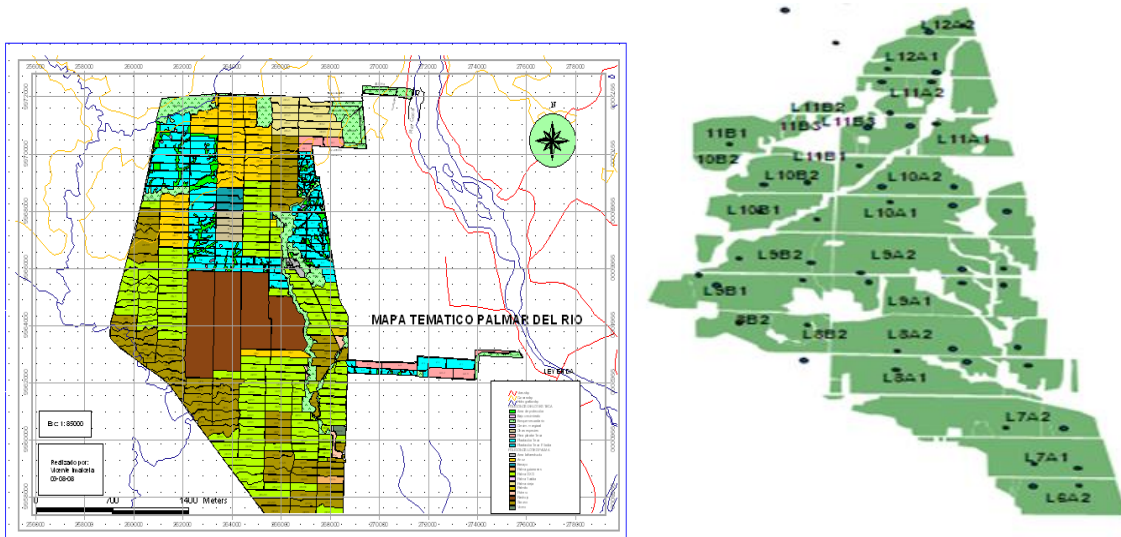
Figura 4. Datos del Programa Mirasilv



### 3.7.2. Establecimiento de un Sistema de Información Geográfica (SIG)

Con el programa forestal instalado también se trabajó con un sistema de información geográfica (ARGIS) con ello nos facilitó el trabajo para llevar diferentes mapas temáticos de la plantación con sus respectivas unidades de manejo y sobre todo la cadena de parcelas permanentes (PPM)

Figura 5. Establecimiento de un Sistema de Información Geográfica (SIG)



### 3.8. Variables a determinar

#### 3.8.1. *Altura (m)*

Se midió en metros (m), según su crecimiento, y se la consideró desde el nivel del suelo, hasta el ápice de la hoja principal, para lo cual se empleó un hipsómetro.

#### 3.8.2. *DAP (1,30 m)*

Se registró en centímetros mediante la utilización de una cinta métrica. La medición se realizó a 1,30 m desde la base del árbol, es decir desde la superficie del suelo.

#### 3.8.3. *Área Basal. (m<sup>2</sup>)*

Se calculó mensualmente según la fórmula siguiente:

$$\text{Donde } AB = 0.7854 ((DAP) / 4)$$

#### 3.8.4. *Volumen (m<sup>3</sup>)*

Se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Vol.} = AB * \text{Altura (m)} * Ff$$

Ff = factor de forma para la especie 0,45

#### 3.8.5. *IMA*

El incremento medio anual se lo calculó para el DAP, área basal, Altura y Volumen mediante la siguiente fórmula: El valor del incremento medio anual (IMA) expresa la media del crecimiento total a cierta edad del árbol. Expresa la media anual de crecimiento a cualquier edad.

$$\text{IMA} = Yt \text{ Dónde: } / t0$$

IMA = incremento medio anual

t0 = Edad a partir del tiempo cero

Y = dimensión de la variable considerada.

IMA = Volumen del árbol / edad



### 3.8.6. *Coeficiente de determinación (R)*

Esta fórmula de regresión se la va a utilizar para realizar las proyecciones de las variables a estudiar.

$$y = -1,39 \ln(x) + 5,6756$$

$$R^2 = 0,9759$$

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados

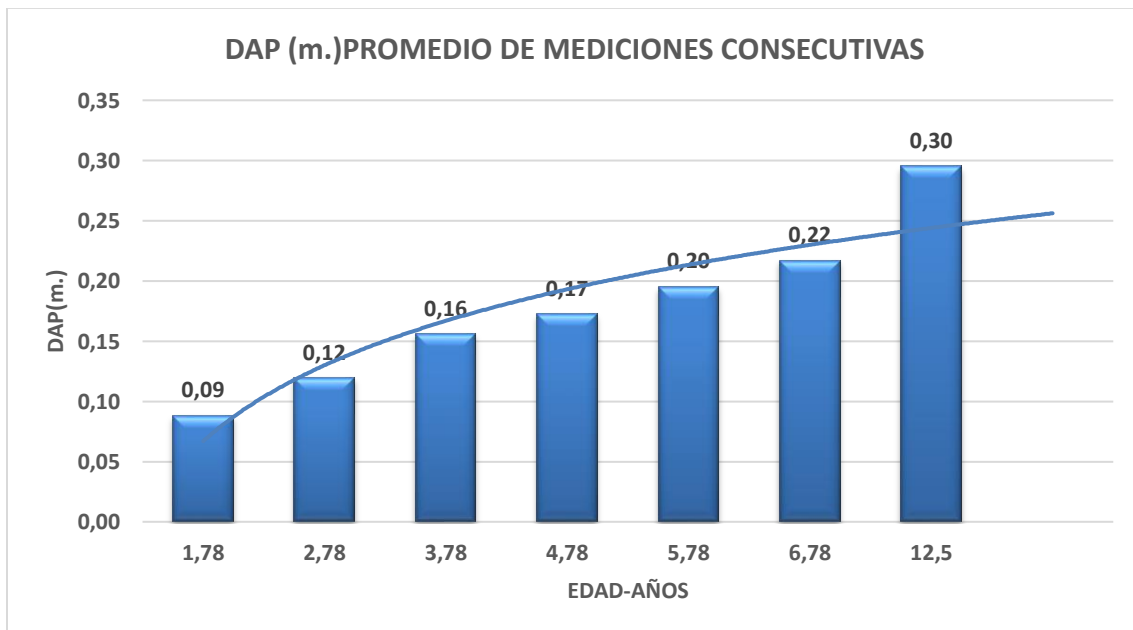
Los resultados obtenidos se muestran a continuación, de acuerdo a los objetivos específicos de la investigación y la metodología propuesta durante el proyecto.

#### 4.1.1. Objetivo 1

Determinar variables dasométricas de la especie a partir del diámetro y altura promedio, en base a las mediciones consecutivas.

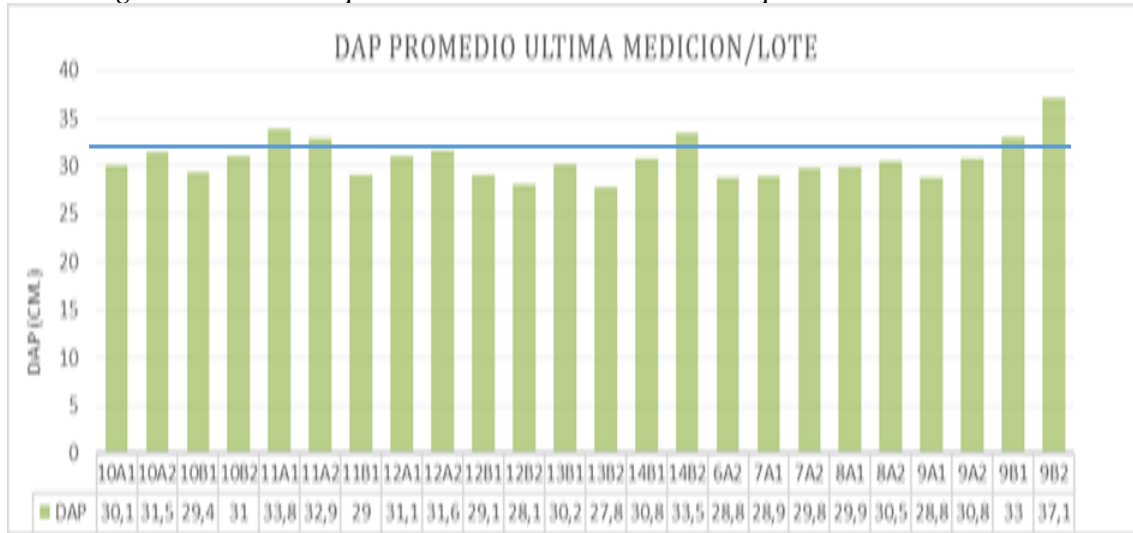
En la figura 8 se observan las mediciones consecutivas que se realizaron en los diferentes años de estudio referente al diámetro (DAP). Se empezó a la edad de 1,78 años con un diámetro de 0,09 m y a la edad de 12,5 años se obtuvo un promedio de 0,30 m de diámetro, lo cual brindó un resultado positivo para una buena proyección

Figura 6. Diámetro altura al pecho (DAP) promedio por cada año de medición.



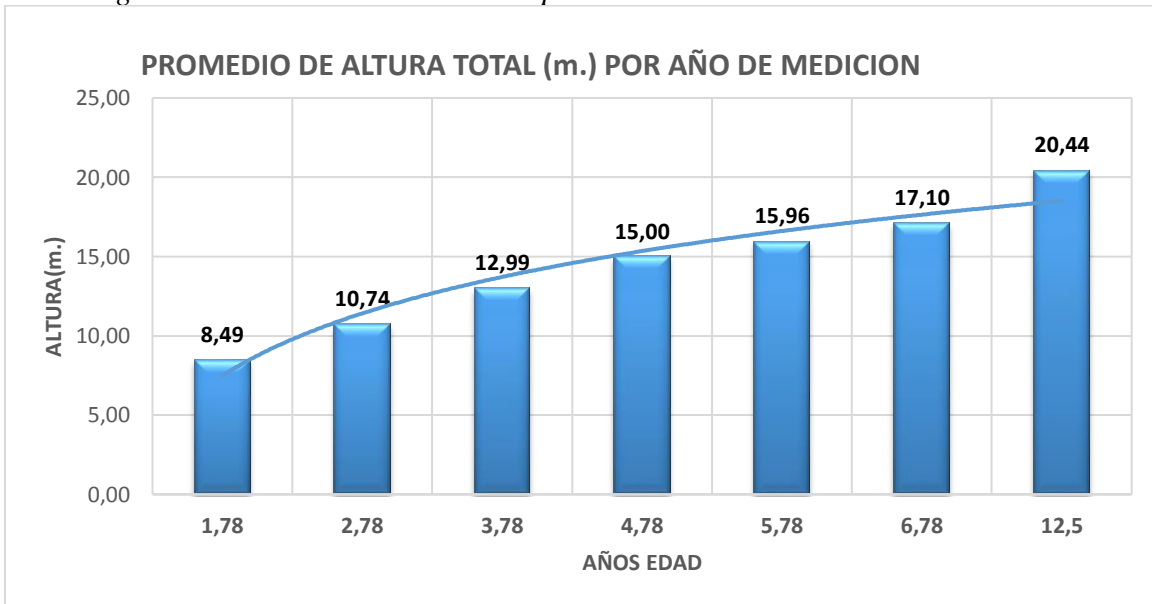
En la figura 9 se indica el promedio de DAP (cm) por lote de la última medición, lo cual da un promedio de 30,72 cm de diámetro. Con ello se puede establecer que se ha alcanzado un buen diámetro a la edad de 12,5 años según a las condiciones de la amazonia ecuatoriana.

Figura 7. Diámetro promedio de la última medición por lote



La figura 10 muestra el resultado de las mediciones consecutivas que se realizaron en cada periodo, lo cual dio que en la edad de 1,78 años se empezó con una altura total de 8,49m de altura y para el año 12,5 con la última medición se obtuvo 20,44m de altura total; indicando un resultado positivo para tener una buena proyección.

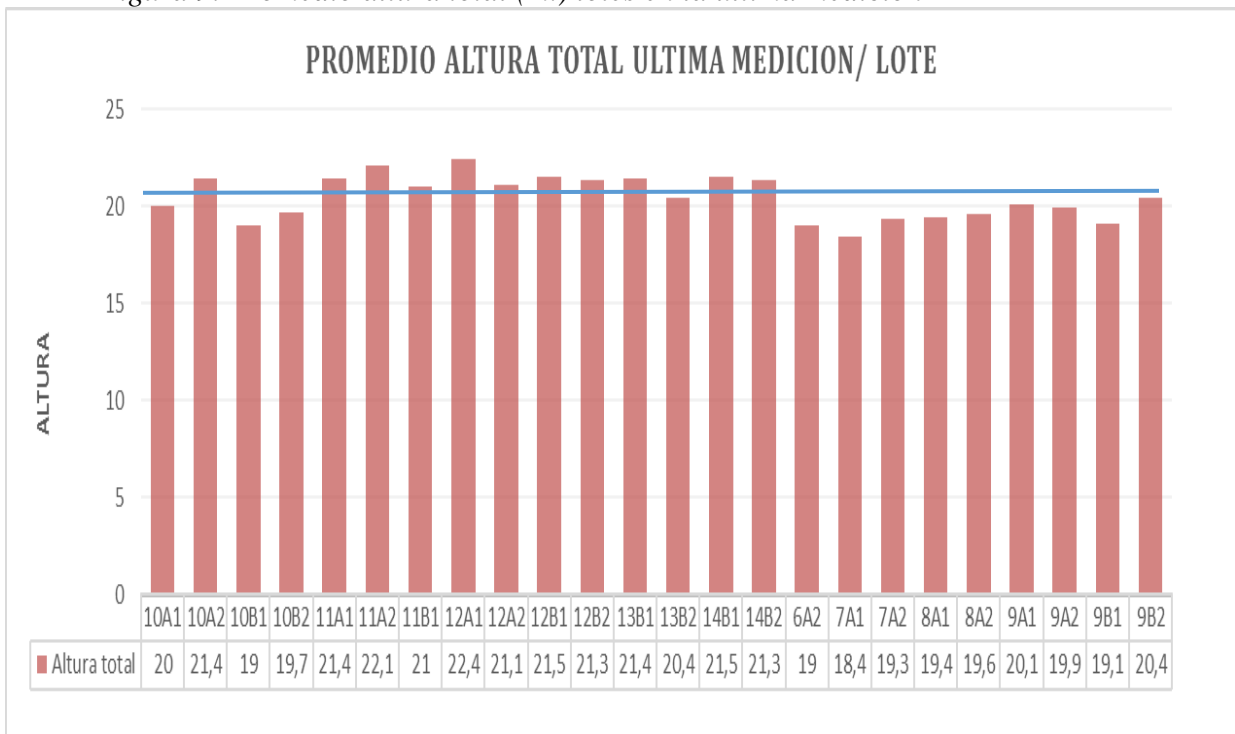
Figura 8. Promedio de altura total por cada año de medición



En la figura 11 se observa el promedio de todos los lotes medidos, dando un resultado de 20,44 m de altura total de las parcelas que se encuentran en los lotes.

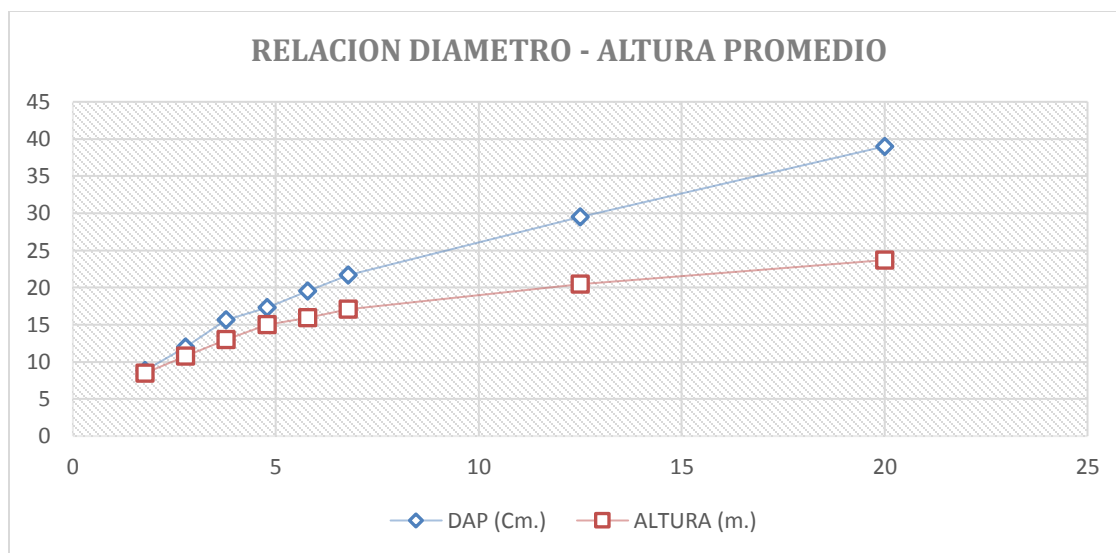
Cabe recalcar que la mayor parte de los lotes se encuentran dentro de la línea promedio y los que sobrepasan son lugares donde hay un mayor crecimiento dependiendo de un factor edáfico y por ello da una variabilidad de crecimiento según al sitio donde se situaron las parcelas de crecimiento (PPM)

Figura 9. Promedio altura total (m.) lotes en la última medición



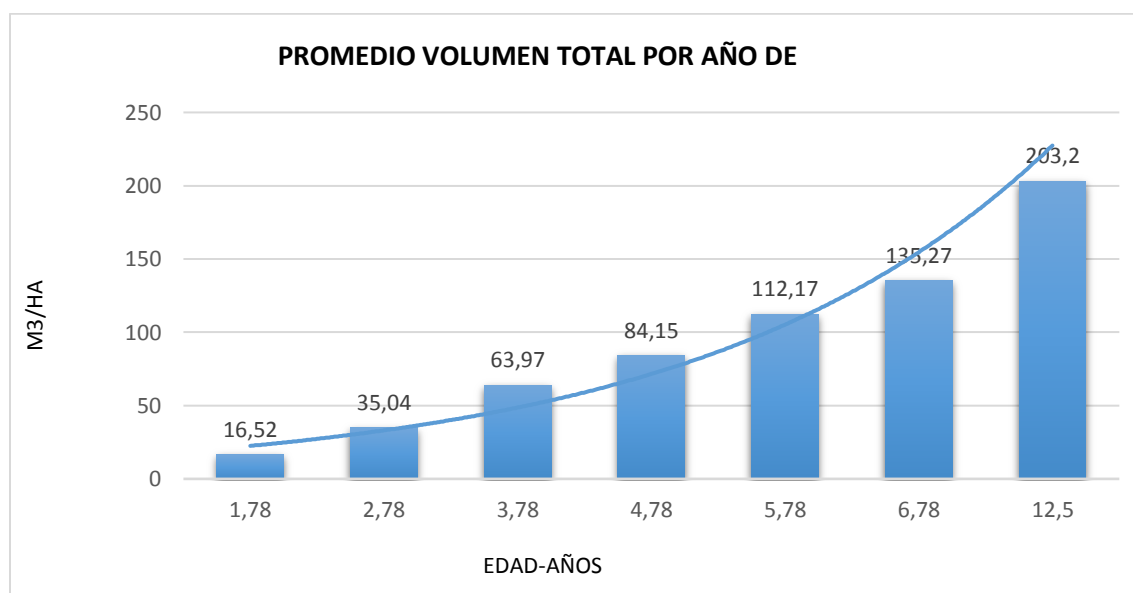
De acuerdo con la figura 12 se puede conocer que esta indica sobre la diferenciación entre el diámetro y la altura. En este caso se observa una distancia considerable entre el diámetro y la altura, ya que el diámetro se encuentra por encima de la altura; estos datos son necesarios porque da un resultado muy significativo que en una plantación de 12,5 años de edad se ha realizado un manejo (raleos) manteniendo una densidad de árboles, lo cual permite un mayor crecimiento de diámetro

Figura 10. Relación diámetro altura mediante las mediciones consecutivas por año



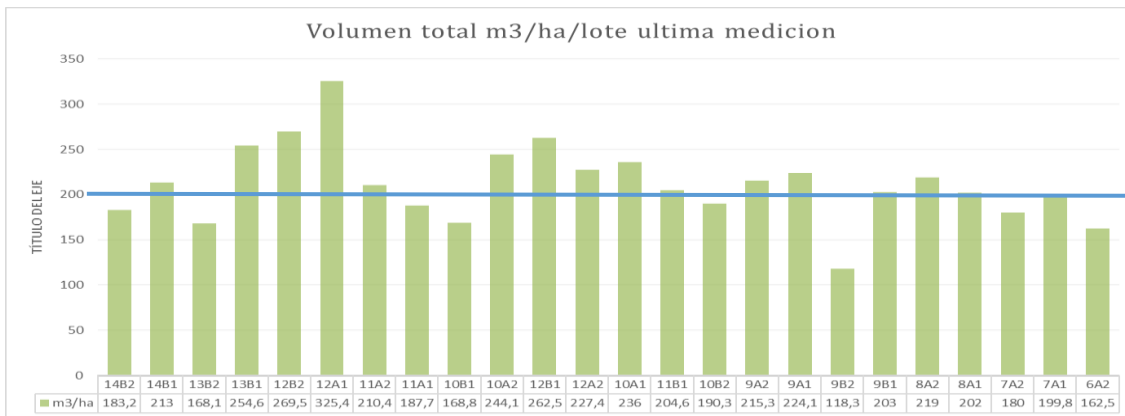
Con los resultados de la figura 13 se puede deducir que el volumen total en pie empezó con 16,52 m<sup>3</sup>/ha. a los 1,78 años de edad llegando al 2021 a 203,2 m<sup>3</sup>/ha con una edad de 12,5 años; mostrando así un resultado positivo.

Figura 11. Volumen total m<sup>3</sup>/ha. Promedio por año de medición



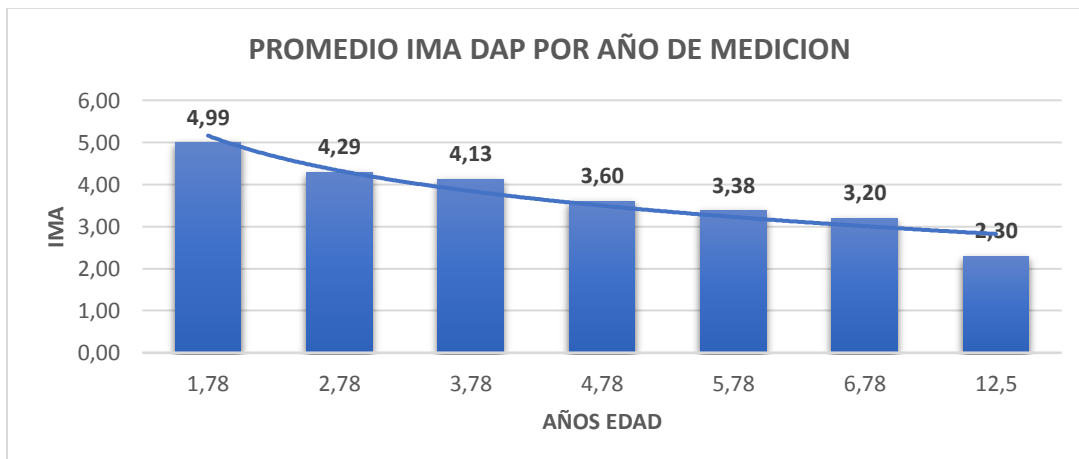
La figura 14 brinda información de los m<sup>3</sup> por hectárea que se tiene por lote, su promedio está en 203,2 m<sup>3</sup>, existiendo una variabilidad de volumen en los lotes debido a que puede haber diferentes factores edáficos que muestran esa variabilidad.

Figura 12. Volumen Total m<sup>3</sup> total hectárea por lote de la última medición



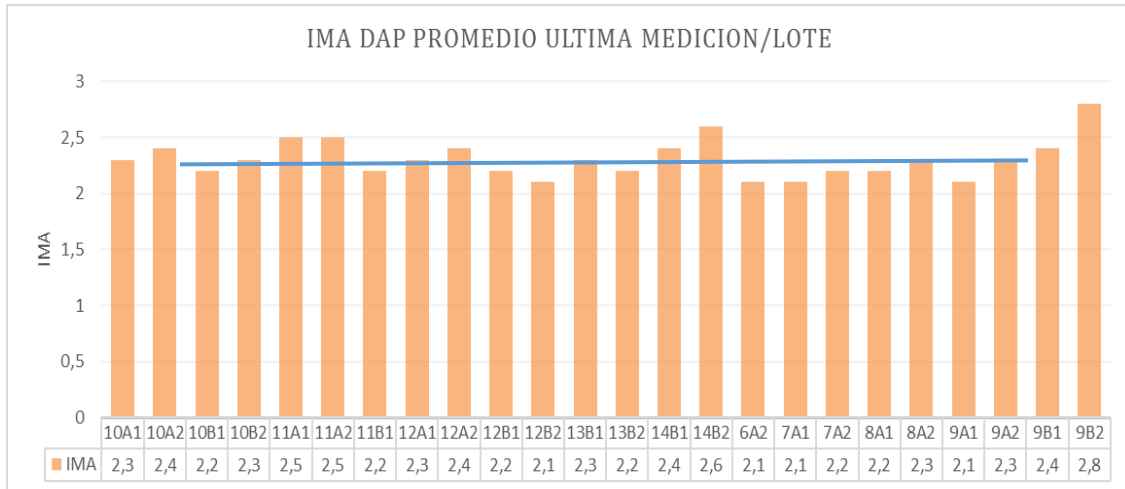
En la figura 15 se observa como el incremento medio anual (IMA) va decreciendo paulatinamente con el aumento de los años de edad, es decir, comenzando a una edad de 1,78 años con un IMA de 4,99 cm por año y a la edad de 12,5 años, en la última medición dio 2,30 cm de DAP de incremento medio anual.

Figura 13. Incremento medio anual diámetro por año de medición



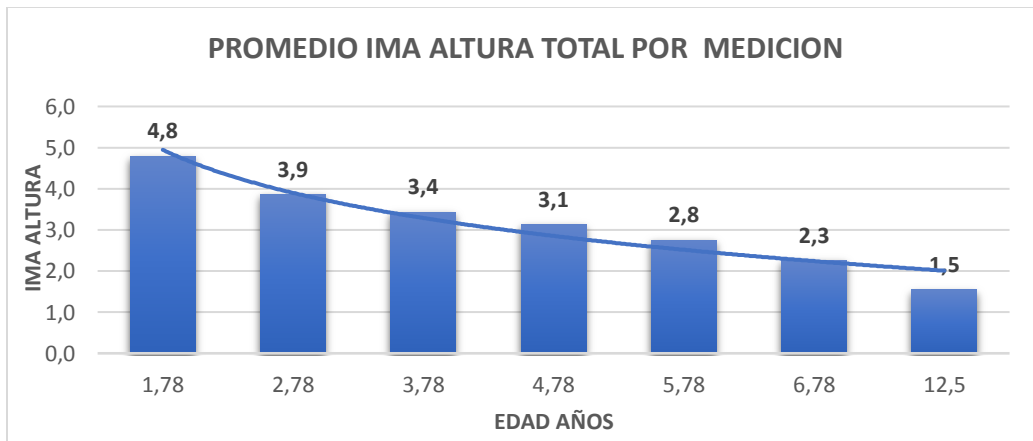
El promedio del incremento medio anual por lote está en 2,3 cm, por el cual la mayor parte de los lotes entran en ese promedio; no existe una variación (figura 16).

Figura 14. Incremento medio anual (IMA) en diámetro (DAP) promedio



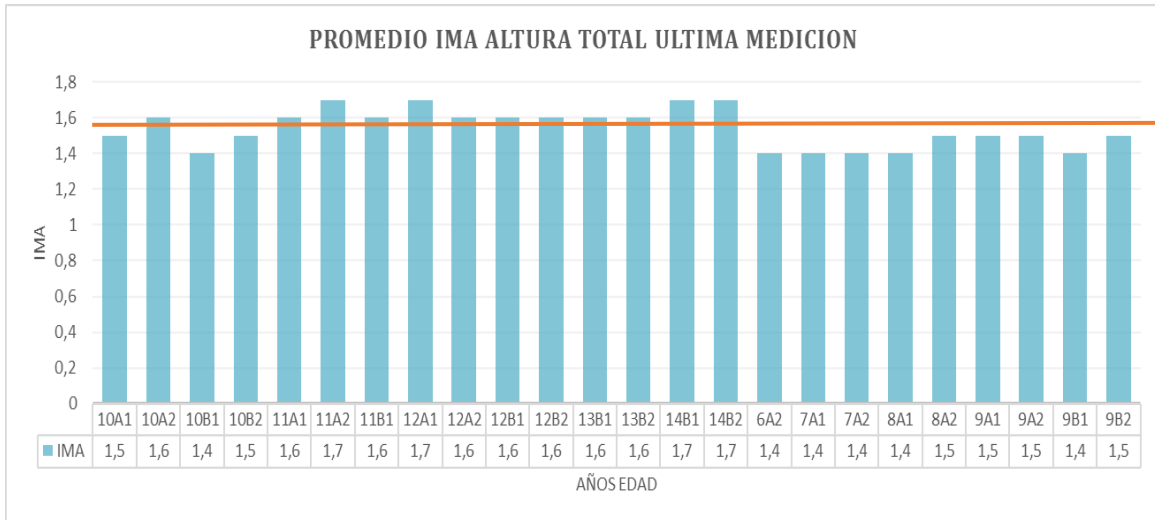
En la figura 17 se aprecia como el incremento medio anual en altura total va decreciendo según los años de edad, el cual se comenzó en 1,78 años de edad con un IMA promedio de 4,8m de altura y para la edad de 12,5 años su IMA fue de 1,5 cm de altura; con lo cual se confirma que a medida que pasen los años, el IMA puede decrecer frecuentemente.

Figura 15. Promedio de Incremento Medio Anual de altura de las diferentes mediciones



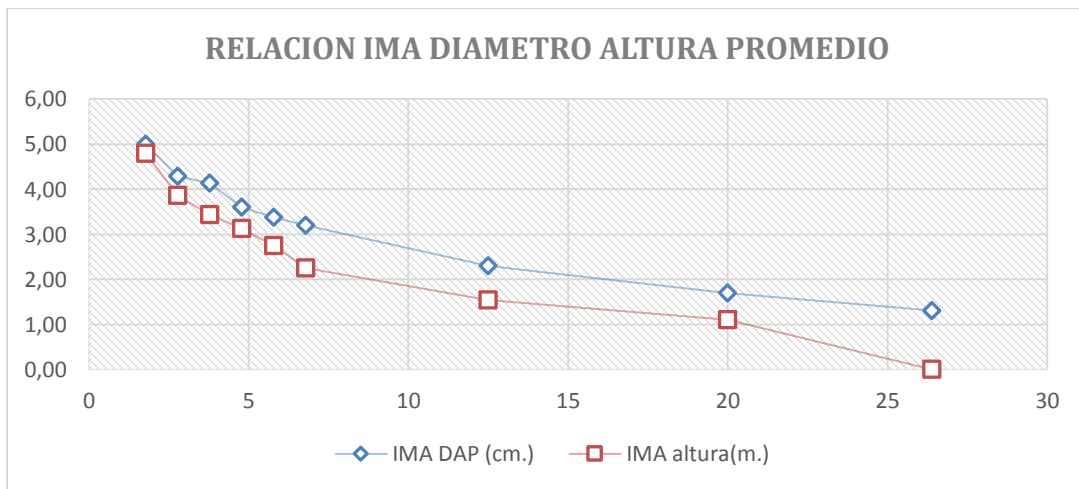
En la figura 18 se aprecia que en la mayor parte de los lotes se alcanza un promedio de 1,54m de altura de incremento medio anual en las diferentes mediciones consecutivas.

Figura 16. Promedio Incremento Medio Anual altura total por lotes



En la figura 19, se puede notar que el incremento medio anual en altura promedio en el año 2009 a la edad de 1,78 años tenía 4,8 m de altura; a la edad de 12,5 años disminuyó a 1,5 m de altura y a la proyección de 20 años el IMA bajaría aún más a 1,10 m de altura.

Figura 17. Relación Incremento Medio Anual diámetro y altura promedio





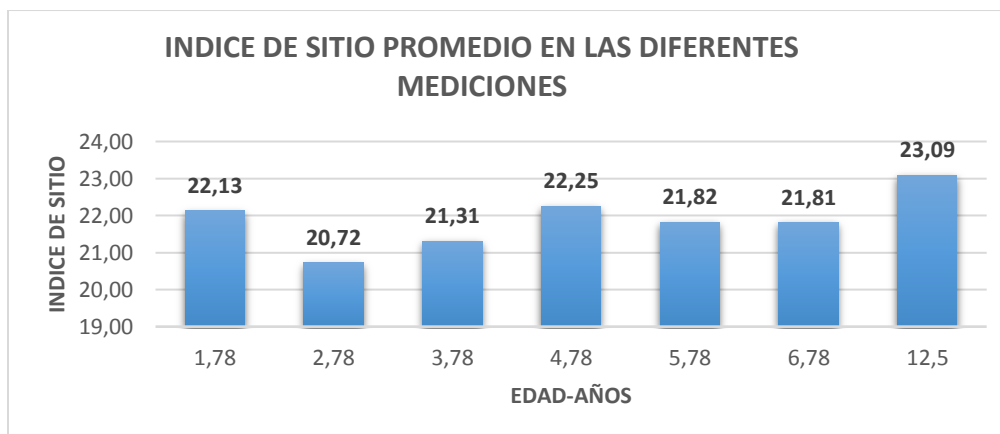
La relación diámetro altura (figura 19 y tabla 2) es muy importante ya que se puede hacer una referencia de que el diámetro siempre va a estar en constante crecimiento y la altura en algún tiempo se va a estancar. En este caso se realizó la proyección a 26,4 años del diámetro dando que a esa edad se obtendrá 1,31cm y mientras tanto el crecimiento a la misma edad va a tener 0,00 es decir se estanca

*Tabla 1 Medición IMA DAP Y IMA altura*

<b>Año Medición</b>	<b>Mediciones</b>	<b>Edad en Años</b>	<b>IMA DAP (cm.)</b>	<b>IMA altura(m.)</b>
<b>2009</b>	<b>1</b>	<b>1,78</b>	<b>4,99</b>	<b>4,8</b>
<b>2010</b>	<b>2</b>	<b>2,78</b>	<b>4,29</b>	<b>3,9</b>
<b>2011</b>	<b>3</b>	<b>3,78</b>	<b>4,13</b>	<b>3,4</b>
<b>2012</b>	<b>4</b>	<b>4,78</b>	<b>3,60</b>	<b>3,1</b>
<b>2013</b>	<b>5</b>	<b>5,78</b>	<b>3,38</b>	<b>2,8</b>
<b>2014</b>	<b>6</b>	<b>6,78</b>	<b>3,20</b>	<b>2,3</b>
<b>2021</b>	<b>7</b>	<b>12,5</b>	<b>2,30</b>	<b>1,5</b>
<b>2028</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>1,69</b>	<b>1,10</b>
<b>2034</b>	<b>8</b>	<b>26,4</b>	<b>1,31</b>	<b>0,00</b>

Como se observa en la figura 20, el índice de sitio inicial se encuentra en 22,13 m a una edad de 1,78 años; para la última medición que se realizó en este año 2021 dio 23,09 m a la edad de 12,5 años. Este resultado es positivo ya que mediante un raleo organizado se han quedado árboles de muy buena altura.

*Figura 18. Índice de sitio promedio en las diferentes ediciones consecutivas*



En la figura 21 se observa que el promedio de índice de sitio de las diferentes mediciones por año se encuentra en 22,1 m.

Figura 19. Promedio de Índice de Sitio por lotes según las mediciones consecutivas

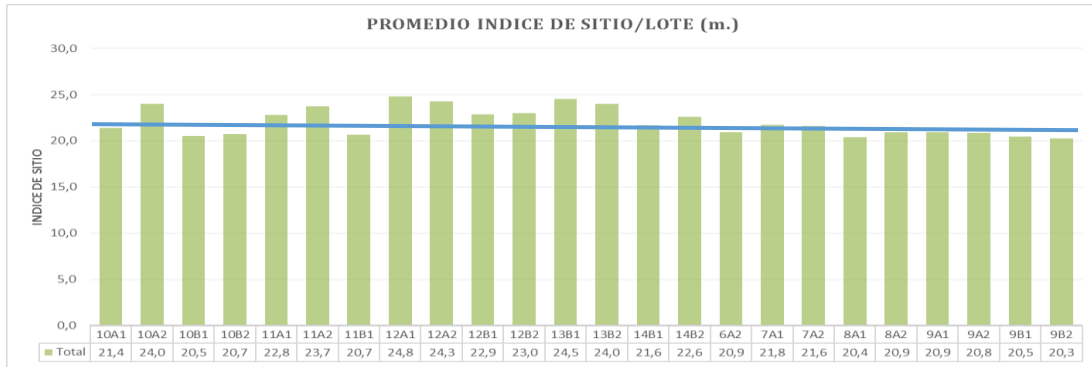


Tabla 2. Estratificación de Índices de Sitio

Simbología	
Isbajo	14
Ismedio	18
Isalto	22
IsExelente	26

Autor: Ugalde L. Mirasilv

La figura 22 y tabla 4 indican la estratificación de un índice de sitio para una plantación de teca de 12,5 años, el cual muestra que tiene 22,1 m promedio árboles dominantes

Figura 20. Estratificación de Índices de Sitio

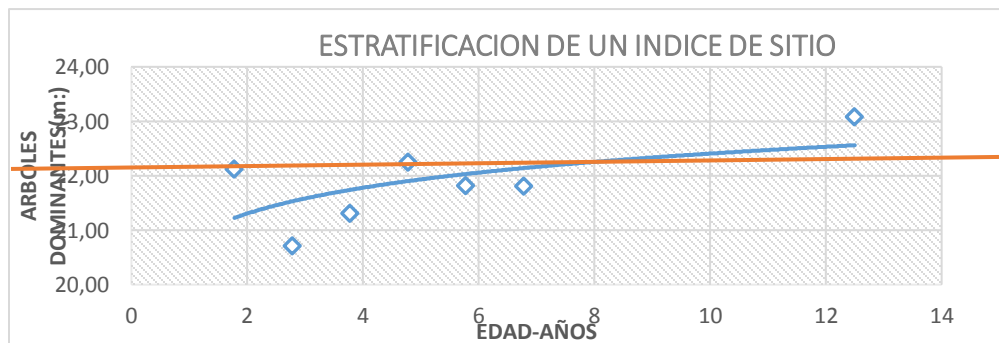
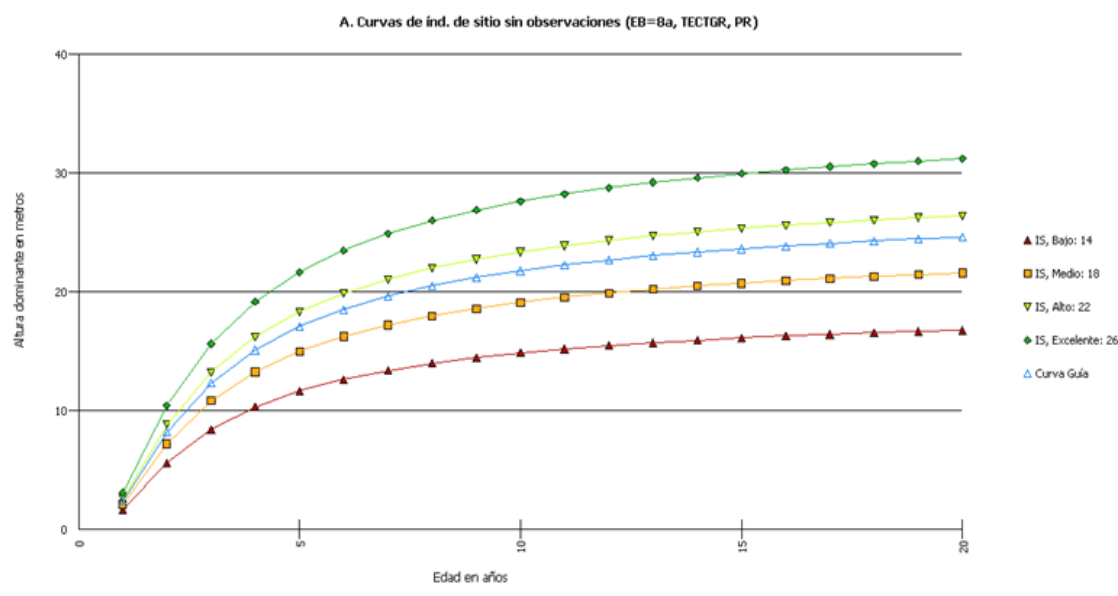


Tabla 3. Medición Arboles dominantes

Fecha de Medición	No. Mediciones	Edad en Años	Arboles dominantes
2009	1	1,78	22,13
2010	2	2,78	20,72
2011	3	3,78	21,31
2012	4	4,78	22,25
2013	5	5,78	21,82
2014	6	6,78	21,81
2021	7	12,5	23,09

La figura 23 permite establecer un índice de sitio mediante mediciones consecutivas, de la realidad de la Amazonía ecuatoriana; en este caso la Provincia de Orellana con respecto a la producción de *Tectona grandis*. Se observa que se tiene un promedio de 22 m de índice de sitio, es decir, las alturas de los árboles dominantes son muy buenas según si el sitio se encuentra en alto, lo que constituye un resultado muy positivo.

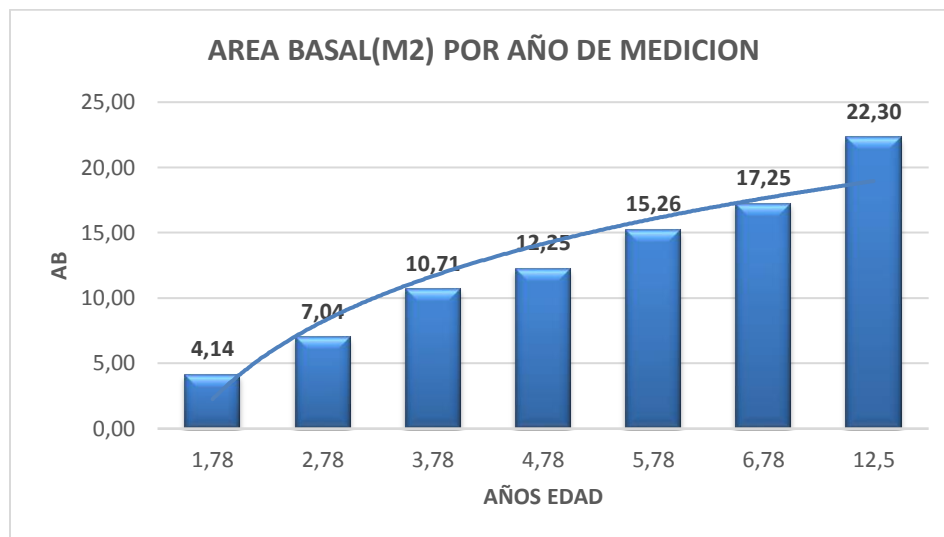
Figura 21. Esquema de curvas de índice de sitio para plantaciones de teca en la amazonia ecuatoriana.



En la figura 242 se observa que el área basal va aumentando significativamente según la edad. Inicialmente se obtuvo con una edad de 1,78 años un área basal de 4,14 m<sup>2</sup> y a la edad de 12,5 años se incrementó a 22,30 m<sup>2</sup> de área basal. Esto depende de la densidad de

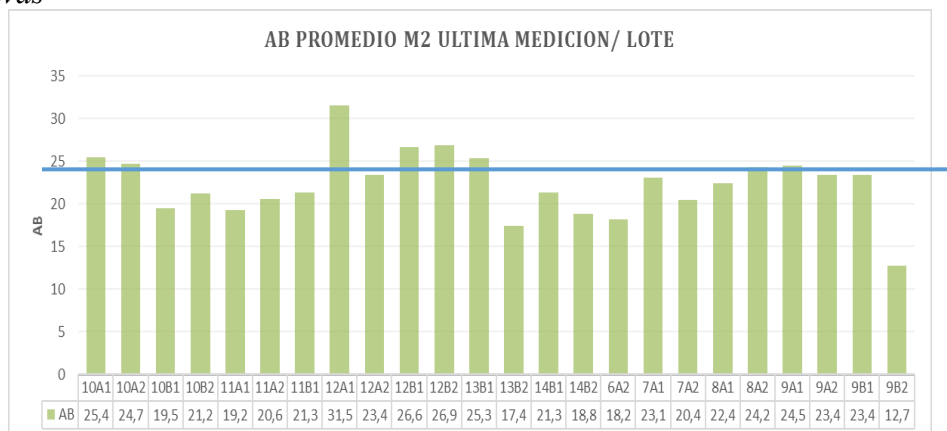
individuos por ha por el cual es un indicador para buscar el óptimo de crecimiento en diámetro.

Figura 22. Área basal promedio en las diferentes mediciones consecutivas



La figura 25 muestra el número de lotes que se encuentran donde existe una diversidad de cada área de manejo; en algunos lugares se encuentra el lote 9B2 con 12,7 m<sup>2</sup> lo cual es bajo donde puede haber menor densidad y su diámetro no compensa. Por otro lado, existen lotes como el 12A1 que tiene un área basal de 31,5 m<sup>2</sup>, y la observación directa en campo mostró que es un sitio de alto crecimiento y su densidad está en 314 árboles/ha.

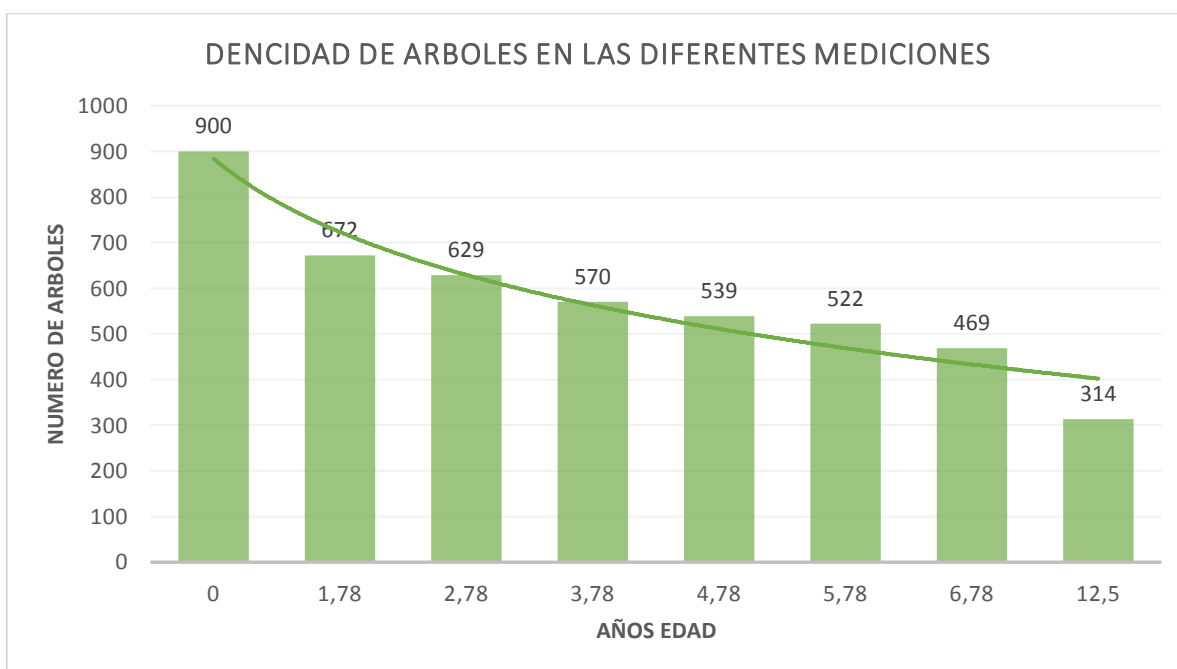
Figura 23. Área basal promedio última medición /lote en base a las diferentes mediciones consecutivas



La figura 26 indica el número de árboles por hectárea mediante las diferentes mediciones que se han realizado en los diferentes años y edades, por el cual en el año 0 se empezó con 900 árboles/ ha. y se terminó a la edad de 12,5 años con un número menor de árboles con 314 árboles/ ha.

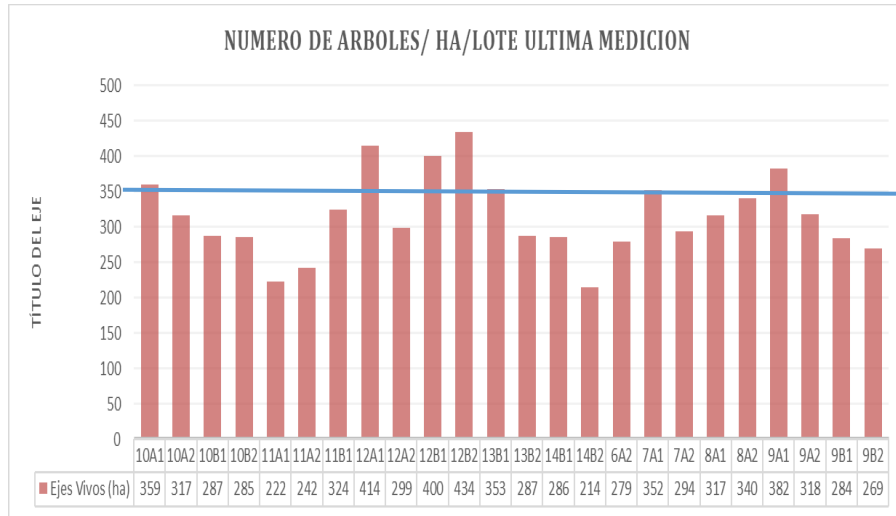
Esto es muy importante ya que con el tiempo se ha dado un raleo óptimo mediante la selección de los mejores árboles con el objetivo de obtener un mayor volumen total y a su vez comercial, que necesita una plantación tecnificada en este caso de *Tectona grandis* según este medio.

Figura 24. Densidad de árboles según a las diferentes mediciones consecutivas



Según la figura 27, la última medición que se realizó en los diferentes PPM y a su vez lotes, da un promedio de 314 árboles/ha, resultado que coincide con los obtenidos en el software Mirasilv.

Figura 25. Número de árboles por hectárea por lote durante la última medición



#### 4.1.2. Objetivo 2

Proyectar el crecimiento y rendimiento a corta final en base a mediciones consecutivas a veinte años.

En la figura 28 y tabla 5 se describe la proyección según las mediciones consecutivas hasta los 12,5 años de edad, con un resultado inicial a la edad de 1,78 años con un diámetro de 8,83 cm. Se proyectó una curva para 20 años de edad con un resultado de 39 cm de diámetro según las condiciones del medio

Figura 26. Proyección del diámetro promedio para los 20 años en base a mediciones anteriores

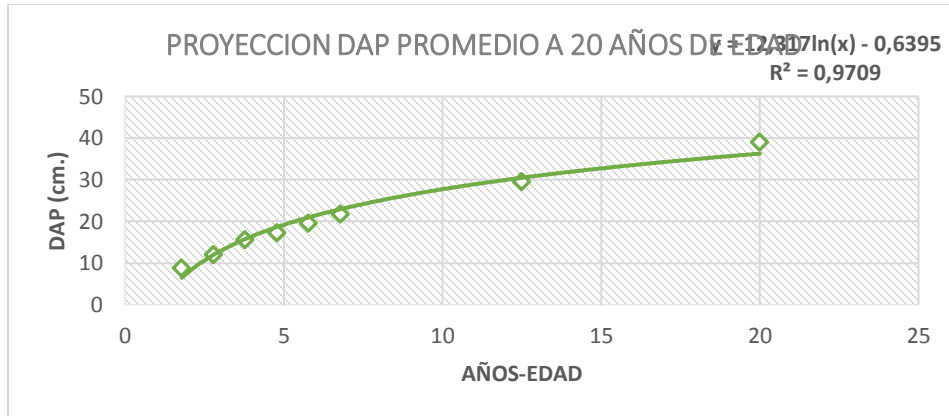


Tabla 4 Medición DAP

<b>Año de medicion</b>	<b>Mediciones</b>	<b>Edad en años</b>	<b>DAP (Cm.)</b>
2009	1	1,78	8,83
2010	2	2,78	11,95
2011	3	3,78	15,61
2012	4	4,78	17,27
2013	5	5,78	19,54
2014	6	6,78	21,7
2021	7	12,5	29,52
2028	8	20	39,00

En la figura 29 y tabla 6 se calcula la proyección de una plantación de teca a 20 años de edad para su corta total. La primera medición se realizó a 1,78 años dando un promedio de altura total de 8,49 m; para la medición del 2021 su altura promedio se encontraba en 20,44 m y mediante un modelo logarítmico se proyectó a 20 años dando un resultado estimado de 23,70 m de altura promedio.

Figura 27. Proyeccion de altura total (m.) a 20 años de edad en base a mediciones consecutiva

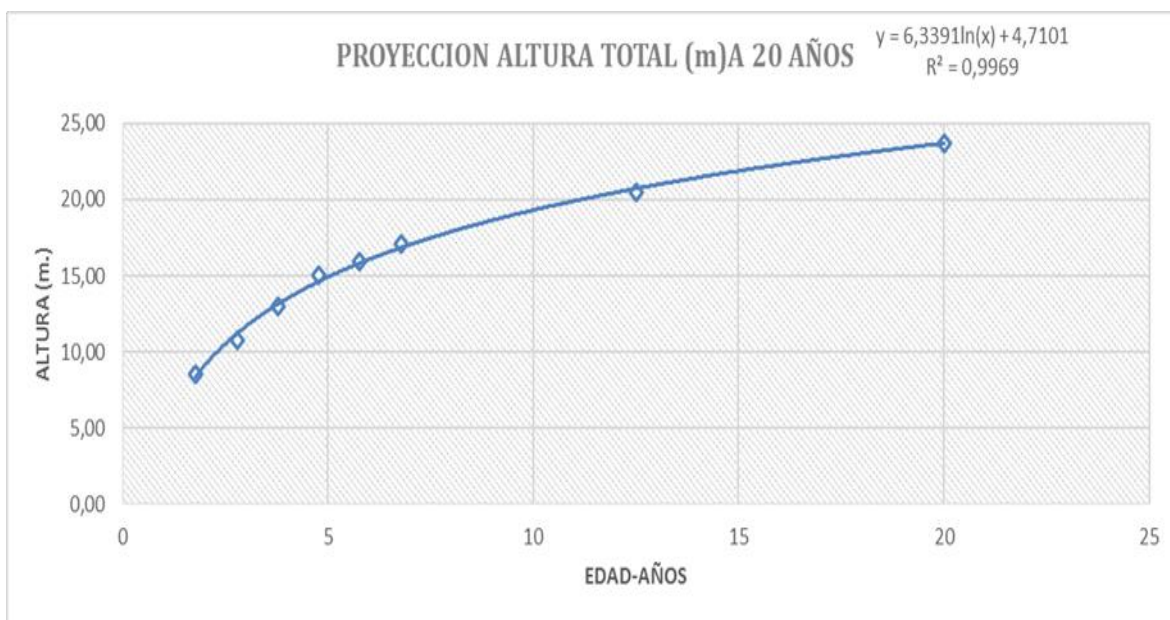


Tabla 5 Medición Promedio Altura total

Fecha de medicion	Mediciones	Edad en años	Promedio altura Total(m.)
2009	1	1,78	8,49
2010	2	2,78	10,74
2011	3	3,78	12,99
2012	4	4,78	15,00
2013	5	5,78	15,96
2014	6	6,78	17,10
2021	7	12,5	20,44
2028	8	20	23,70

Se observa una proyección muy positiva (figura 30 y tabla 7) en la cual da que a la edad de 20 años se obtendrá 245 m<sup>3</sup> de volumen por hectárea. Esto es importante ya que es una plantación que tiene buen crecimiento en estos sitios de la Amazonía ecuatoriana, en particular la Provincia de Orellana.

Figura 28. Proyección de Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha) a los 20 años de edad en base a mediciones consecutivas

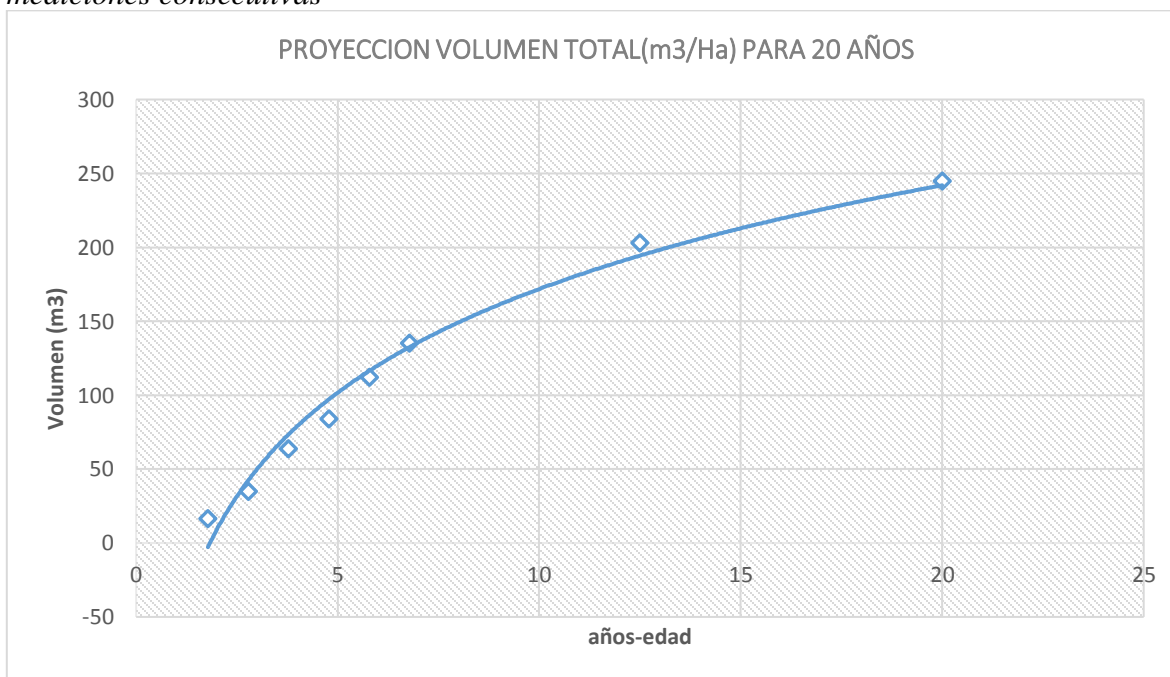




Tabla 6. Medición Volumen total

Fecha de medicion	Mediciones	Edad en años	Volumen total(m3/Ha)
2009	1	1,78	16,52
2010	2	2,78	35,04
2011	3	3,78	63,97
2012	4	4,78	84,15
2013	5	5,78	112,17
2014	6	6,78	135,27
2021	7	12,5	203,2
2028	8	20	245

#### 4.1.3. Comparación con otras plantaciones según los datos obtenidos

Tabla 7. Comparación de diferentes plantaciones de teca de 12 años con la Proyección del Doctor Luis Ugalde

Comparacion	Año	Arb/ha	Altura	IMA-ALT	DAP	IMA-DAP	AB/Ha	Vol-PieHa	IMA m3/Ha
Proyeccion Luis Ugalde	12	300	19,8	1,7	29,9	2,5	21,06	166,83	16,9
Plantacion Provincia de Orellana	12	330	20,4	1,54	30,72	2,3	22,30	211,23	17,6
Plantacion Provincia de Morona Santiago	12	462	15,57	1,30	25,72	2,14	26,40	275,37	22,95
Plantacion Provincia de Guayas	12	500	17,75	1,48	18,82	1,57	27,80	0,00	0,00

En la tabla 8 se muestra la comparación de una plantación de teca de 12 años promedio con otras plantaciones tanto de la amazonia y la costa:

- Plantación de teca de 12 años en la Provincia de Orellana, empresa Palmar del Río tiene un promedio de 300 árboles/ha, con una altura de 20,4 m, su diámetro es de 30,72 cm, el IMA diámetro promedio es 2,3 cm anual y su IMA altura promedio es 1,54 m de altura anual, volumen total 211,23 m<sup>3</sup>/ha.

- Plantación de teca de 12 años en la Provincia de Morona Santiago, propiedad del señor Wilmer Barsallo con de 18,67 ha de diferentes edades, sector Corazón de Jesús, tiene un promedio de 462 árboles/ha, con una altura de 15, 57 m, su diámetro es de 25,72 cm, el IMA diámetro promedio es 2,14 cm anual y su IMA altura promedio es 1,30 m de altura anual, volumen total 275,37 m<sup>3</sup>/ha.
- Plantación de teca de 12 años en la Provincia de Guayas, recinto Cerritos, Hacienda La Balsa de diferentes edades, tiene un promedio de 500 árboles/ha, con una altura de 17, 75 m, su diámetro es de 18,82 cm, el IMA diámetro promedio es 1,57 cm anual y su IMA altura promedio es 1,48 m de altura anual.

Con ello se realizó una comparación final de estas plantaciones con las proyecciones del Doctor Luis Ugalde, Asesor Internacional en Plantaciones comerciales en Teca, dando el siguiente resultado para su comparación:

- ✓ Plantación de teca de 12 años tiene que tener un promedio de 300 árboles/ha, con una altura de 19, 8 m, el diámetro de 29,9 cm, el IMA diámetro promedio es 2,5 cm anual y su IMA altura promedio es 1,7 m de altura anual, volumen total 166,83 m<sup>3</sup>/ha.

### **3.8 Recursos humanos y materiales**

Para el desarrollo de la investigación se utilizará los siguientes equipos y materiales:

- Palilla grande.
- Galón de pintura roja (rinde aprox. 16 parcelas).
- Brochas pequeñas (pinceles) para numerar los árboles.
- Marcadores (rojo y negro) a prueba de agua para describir la parcela en el tubo de (pvc).
- GPS (Sistema de Posicionamiento Global).
- Libreta (A4) para realizar el croquis de la parcela.
- Sombrilla (en caso de lluvia).

- Machete
- Cinta diamétrica o cinta normal
- Piola o soga de 15 m. de largo
- Hipsómetro Sunnto
- Hojas de campo
- Mapa de distribución de PPM o croquis de parcelas

## CONCLUSIONES

1. En una plantación de *Tectona grandis* de 12,5 años de edad ubicada en la Provincia de Orellana, Cantón Orellana, Parroquia Hushito, empresa Negcorpbis, el crecimiento promedio en altura total (HT) fue de 20,44 m, el diámetro a la altura del pecho (DAP) fue de 0,30 m y el volumen total (VT) fue de 203,2 m<sup>3</sup>/ha. El incremento medio anual (IMA) en diámetro fue de 2,30 cm, el incremento medio anual (IMA) en altura fue de 1,5 m, el índice de sitio (IS) según las mediciones señala que dio 23,09 m en promedio de árboles dominantes el área basal (AB) en esta última medición dio 22,30 m<sup>2</sup>. En lo referente a la densidad de árboles (DA) se obtuvieron 314 árboles/ha.
2. La proyección para 20 años que se estima obtener en crecimiento promedio estaría en 23,70 m en diámetro a la altura del pecho (DAP) y en altura total (HT) un promedio aproximado de 39 cm. La proyección del volumen total (VT) para 20 años de edad se estima que esté en 245 m<sup>3</sup>/ha. El (IMA) diámetro la proyección para 20 años va decreciendo llegando a 1,69m. e igualmente la altura total estaría en 1,10m.

## RECOMENDACIONES

- Realizar siempre un monitoreo anual de toda una cadena de parcelas permanentes (PPM) establecidas para poder observar el desarrollo de la plantación con respecto al DAP y HT, que son las principales variables que se necesita y además se los utilizar para el monitoreo fitosanitario.
- Mantener desde el inicio un adecuado manejo silvicultural, (control de malezas manual –químico, podas y raleos), lo que permitirá mejores rendimientos en volumen total y a su vez volumen comercial.
- En la Amazonía ecuatoriana para plantar teca se debe realizar antes de ello una selección de suelos mediante un muestreo organizado para seleccionar los mejores suelos aptos para teca según el requerimiento de esta especie exótica ya que no todos los suelos de la Amazonía no son aptos para este cultivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, F. (2009). Evaluación de plantaciones forestales. Disponible en: [http://www.infobosques.com/descargas/biblioteca/213.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwi-6abV7KnzAhUQTDABHRzyDF8QFnoECAAQAg&usg=AOvVaw0qngpowVN2lfh\\_o7ah6NU0](http://www.infobosques.com/descargas/biblioteca/213.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwi-6abV7KnzAhUQTDABHRzyDF8QFnoECAAQAg&usg=AOvVaw0qngpowVN2lfh_o7ah6NU0)
- Aymerich, J y Camino, R. (2018). Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades. División de investigación y desarrollo. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/259908884>
- Badii, M, Guillen A, Araiza, L, Cerna E., Valenzuela J. Landeros, J. (2012). Métodos No-Paramétricos de Uso Común. Disponible en: [http://www.spentamexico.org/v7-n1/7\(1\)132-155.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwidkezq6KnzAhWuRDABHTyQBLQQFnoECAcQAg&usg=AOvVaw2pgSfN4hE3pM\\_WdW4oQdSp](http://www.spentamexico.org/v7-n1/7(1)132-155.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwidkezq6KnzAhWuRDABHTyQBLQQFnoECAcQAg&usg=AOvVaw2pgSfN4hE3pM_WdW4oQdSp)
- Carrera L. (2013). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de producción y comercialización de Teca como una alternativa de inversión en la Provincia de Orellana. Escuela Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Céspedes, D. (2016). Estudio de factibilidad para el cultivo y comercialización de Teca ubicado en el Cantón San Vicente, Provincia de Manabí, Ecuador. Pontificia Universidad Católica Ecuador, Ambato.
- Dalmau, K & Gallardo, S. (2014). Proyecto de cultivo de la Teca como alternativa de forestación e inversión a largo plazo. Escuela Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Diario EL COMERCIO (s.f). Exportaciones de Madera y Crecimiento de teca en Ecuador. Recuperado de: <http://www.elcomercio.com/actualidad/exportaciones-madera-crecimiento-teca-ecuador.html>
- Diario el Universo (s.f). Ecuador pasa al Primer Lugar en venta de Teca a la India. Recuperado de: <http://www.eluniverso.com/noticias/2015/05/13/nota/4867046/ecuador-pasa-primer-lugar-ventas-teca-india>
- Gadow, K. Rojo, A. Álvarez, J. y Rodríguez, R. (1999). Ensayos de crecimiento. Parcelas permanentes, temporales y de intervalo. Disponible en:

- GADPO (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Orellana 2015-2019. Disponible en: [https://www.gporellana.gob.ec/wp-content/uploads/2015/11/PDYOT-2015-2019\\_ORELLANA\\_ACTUALIZADO.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwi779eKkqXzAhUHTTA BHXmHD9sQFnoECAoQAg&usg=AOvVaw36qgUg9xrKEfh3lcbWq9K9](https://www.gporellana.gob.ec/wp-content/uploads/2015/11/PDYOT-2015-2019_ORELLANA_ACTUALIZADO.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwi779eKkqXzAhUHTTA BHXmHD9sQFnoECAoQAg&usg=AOvVaw36qgUg9xrKEfh3lcbWq9K9)
- Guerra, T. (2010) Estudio Investigativo de la cultura gastronómica de la provincia de Orellana y propuesta culinaria con los productos de la zona. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito.
- Guindeo, A., García, L., & Peraza, F. (2016). *Especies de maderas para carpintería, construcción y mobiliario*. Madrid, España: AITM. ISBN 84-87381-12-X
- Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación. McGRAW-HILL/Interamericana Editores, S.A: México.  
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/ley-forestal.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjFiLLv7anzAhUvRTABHXrCDUAQFnoECAQQAg&usg=AOvVaw2JxhjNz8uGiJZ-2iWOx06N>  
[https://www.researchgate.net/publication/277266055\\_Ensayos\\_de\\_crecimiento\\_parcelas\\_permanentes\\_temporales\\_y\\_de\\_intervalo&sa=U&ved=2ahUKEwjvmZSikaXzAhUDtjEKHF C6BNIQFnoECAYQAg&usg=AOvVaw3qAti-MnrGpscmuMbR-MaW](https://www.researchgate.net/publication/277266055_Ensayos_de_crecimiento_parcelas_permanentes_temporales_y_de_intervalo&sa=U&ved=2ahUKEwjvmZSikaXzAhUDtjEKHF C6BNIQFnoECAYQAg&usg=AOvVaw3qAti-MnrGpscmuMbR-MaW)
- Imaña, J., Jiménez, J., Valéria, A., Rainier, C., Antunez, O., y Seirpa de Meira, M, (2014). Conceptos Dasométricos en los Inventarios Fitosociológicos. Universidades de Brasilia y Nuevo León.
- Leiva, F. (s.f). Metodología de Investigación. Editorial Tipoffset, Quito, Ecuador.  
 Ley Forestal y de Conservación de Áreas naturales y vida silvestre (2004). Disponible en:
- Lozada, J. (2010). Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/31647/1/ensayo2.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjNsvihjqXzAhVbSDABHQmoDIsQFnoECAoQAg&usg=AOvVaw0hit40tb2wxqqyqtcS2ErS>
- MAGAP, (2016). Programa de Incentivos para la Reforestación con Fines Comerciales. ¡El incentivo es Efectivo! Recuperado de: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2014/06/SPF-FOLLETO-PIF-2014-050614.pdf> ; y MAE, Marzo 2014, Plan

de

Restauración

Forestal. <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/images/articulos/archivos/amrPlanRF.pdf>

Muñoz, X, Cañarte, E, Navarrete, B y Vera, D. (2019). Tercera Convención Internacional de la Universidad Técnica de Manabí. Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias - Estación Experimental Portoviejo. Ediciones UTM-Unidad de Cooperación Universitaria: Ecuador.

Pérez, M. (2015). La aplicación de beneficios tributarios en nuevas inversiones en el Cantón El Empalme. Caso: Cultivo, industrialización y comercialización de madera de teca (*Tectona Grandis* L.F)

Rivero, J y Moya, R. Propiedades físico-mecánicas de la madera de *Tectona grandis* Linn. F. (teca), proveniente de una plantación de ocho años de edad en Cochabamba, Bolivia. Kurú: Revista Forestal (Costa Rica) 3(9), 2006

Sánchez, A, Vayas, T, Mayorga, F y Freire, C. (2019). Sector maderero en Ecuador. Panorama general. Observatorio económico y social de Tungurahua

Torán, S. (2017). Análisis de la producción de plantación forestal de teca de los últimos 3 años en la provincia de esmeraldas con perspectiva de exportación. Facultad de ciencias administrativas y contables. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniería en Comercio exterior.

Walker & Aidan (2017). *Enciclopedia de la madera: 150 tipos de madera del mundo* (1ª edición). Barcelona, España: Blume. ISBN 978-84-9801-137-1.

Weaver, P. (2018). *Tectona grandis* L.f. Teak. SO-ITF-SM-64. New Orleans, LA: U.S. Departamento de Agricultura, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 18 p.



## ANEXOS

### Anexo 1 Plantación de teca de 12,5 años en los predios de la empresa Negcorpbis S.A





**Anexo 2 Medición de Parcelas Permanentes de Monitoreo (PPM)**

















### **Anexo 3 Volumen Total por lote medición 2009**

Suma de Volumen Total (m3/Ha)			
Lote	DAP Promedio (cm)	Altura Total (m)	Total
10A1	8,7	8,3	17,7
10A2	9,3	9,3	23,6
10B1	8,8	8,4	14,9
10B2	8,4	8,1	11
11A1	9,1	9	18,2
11A2	9,2	8,7	19,1
11B1	7,4	7,3	8,9
12A1	9,4	9,5	24
12A2	10,2	10,1	28,5
12B1	8,9	8,5	17,5
12B2	9,5	8,9	16,5
13B1	9,5	9,5	24
13B2	8,6	8,3	12
14B1	6,9	6,3	5,7
14B2	7,7	7,1	10,7
6A2	9,2	8,8	20,4
7A1	9,4	9	19
7A2	9,3	8,9	21,3
8A1	8,2	7,9	12,9
8A2	8,5	8,1	13,8
9A1	8,6	8,4	16,8
9A2	8,8	8,3	14,7
9B1	9,2	8,7	15,5
9B2	9	8,3	10
<b>Total general</b>			<b>397</b>
<b>Promedio</b>			<b>16,5</b>



Anexo 4 Volumen Total por lote medición 2010

Suma de Volumen Total (m3/Ha)			
Lote	DAP Promedio (cm)	Altura Total (m)	Total
10A1	11,9	10,4	39
10A2	12,8	12,2	56,3
10B1	11,4	9,7	27,8
10B2	11,7	10,3	25,1
11A1	12,2	11,1	33,5
11A2	12,3	11	40,6
11B1	11,2	9,9	24,8
12A1	12,4	12,1	45,9
12A2	12,9	12,2	51,6
12B1	12	10,8	38
12B2	12,4	10,7	31,9
13B1	12,3	11,6	45,6
13B2	12	11,2	29
14B1	9,9	8,7	15,1
14B2	11	9,7	24,1
6A2	12	10,6	41
7A1	12,3	11,4	41
7A2	12,5	11,4	45,8
8A1	11,7	10,4	33,3
8A2	11,8	10,7	34,3
9A1	11,7	10,4	35,7
9A2	11,7	10,6	30,6
9B1	12,5	10,4	31,2
9B2	12,3	10,4	19,8
<b>Total general</b>			<b>841</b>
<b>Promedio</b>			<b>35,04</b>

### Anexo 5 Volumen Total por lotes medición 2011

Suma de Volumen Total (m3/Ha)			
Lote	DAP Promedio (cm)	Altura Total (m)	Total
10A1	15,3	12,8	71,8
10A2	16,3	14,6	80,4
10B1	14,9	12,1	59
10B2	15,3	12,8	52,5
11A1	16	13,4	56
11A2	15,9	12,7	77
11B1	15,3	12,8	58
12A1	16,5	15	75,9
12A2	16,2	14,4	95,9
12B1	15,6	13,3	79
12B2	16,6	12,7	62,5
13B1	15,5	13,9	81,1
13B2	16,3	13,3	61,6
14B1	14,8	11,7	44,6
14B2	15,6	12	57,2
6A2	15,1	12,8	60,6
7A1	15,5	13,4	63,6
7A2	15,8	13,3	63,6
8A1	15,2	12,2	55,6
8A2	15	12,8	66,3
9A1	14,9	12,3	61,5
9A2	15,2	12,8	53,3
9B1	15,7	12,1	56,3
9B2	16,2	12,6	42,1
<b>Total general</b>			<b>1535,4</b>
<b>Promedio</b>			<b>63,98</b>

### Anexo 6 Volumen Total por lotes medición 2012

Suma de Volumen Total (m3/Ha)			
Lote	DAP Promedio (cm)	Altura Total (m)	Total
10A1	17,1	14,4	90,6
10A2	18	15,9	104,8
10B1	15,9	14	70,3
10B2	17,8	14,3	76,6
11A1	17,2	15,9	75,4
11A2	17,3	17,3	90,6
11B1	17,8	14,4	85,8
12A1	18,1	16,2	96,8
12A2	19	16,2	112,1
12B1	(en blanco)	(en blanco)	
12B2	18,4	14,9	90,5
13B1	17	15,3	106
13B2	18,6	15,1	87,1
14B1	17,7	14,3	76,3
14B2	18,1	14,5	93,1
6A2	16,1	15	78,1
7A1	16,1	15,3	76,3
7A2	16,8	15	80,9
8A1	16,8	14,4	77,3
8A2	17,1	14,5	93,2
9A1	15,9	14,9	83,6
9A2	16,3	14,3	67,2
9B1	16,9	14,3	69,4
9B2	17,1	14,6	53,6
<b>Total general</b>			<b>1935,6</b>
<b>Promedio</b>			<b>80,65</b>

### Anexo 7 Volumen Total por lotes medición 2013

Suma de Volumen Total (m3/Ha)			
Lote	DAP Promedio (cm)	Altura Total (m)	Total
10A1	18,6	15,2	111,6
10A2	20,3	17,3	142,6
10B1	18,4	14,3	97,5
10B2	19,1	15,7	95
11A1	20,3	17,5	115,2
11A2	20,6	16,9	122,8
11B1	19,1	14,9	103,7
12A1	20,9	17,5	137,5
12A2	20,9	16,2	114,3
12B1	18,9	16,5	139,3
12B2	20,3	16,6	117
13B1	18,8	16,7	135,5
13B2	21	16	109,8
14B1	19,6	15,6	96,1
14B2	20,4	15,6	106,5
6A2	18,7	16	113,4
7A1	19,1	16,2	113,2
7A2	19,2	16,2	112,9
8A1	18,7	15,5	103,2
8A2	18,6	15,4	114,8
9A1	18,4	15,6	117
9A2	19	15,6	98,9
9B1	19,9	14,9	98,8
9B2	20,2	15,2	75,6
<b>Total general</b>			<b>2692,2</b>
<b>Promedio</b>			<b>112,17</b>

### Anexo 8 Volumen Total por lotes medición 2014

Suma de Volumen Total (m <sup>3</sup> /Ha)			
Lote	DAP Promedio (cm)	Altura Total (m)	Total
10A1	21,1	16,9	120,7
10A2	22	18	169,1
10B1	20,3	15,7	130,3
10B2	21,1	16,6	126,7
11A1	22,4	17,2	136,6
11A2	22,7	17,5	154
11B1	21,5	16,4	140,4
12A1	22,6	18,8	183,7
12A2	23,7	18,6	128,8
12B1	20,8	16,5	172,9
12B2	20	16,4	162,2
13B1	21,5	18,1	151,9
13B2	22,2	18,4	151,1
14B1	22,1	16,8	113,4
14B2	23,3	17,2	129,4
6A2	21,5	17,2	117
7A1	21,5	17,9	132,5
7A2	21,4	17,3	124,3
8A1	21,2	16,3	102,5
8A2	21,2	16,8	127,4
9A1	20,6	17,1	126,5
9A2	21,4	16,6	109,6
9B1	22,1	15,6	127,2
9B2	22,7	16,6	108,2
<b>Total general</b>			<b>3246,4</b>
<b>Promedio</b>			<b>135,27</b>

### Anexo 9 Volumen Total por lotes medición 2021

Suma de Volumen Total (m3/Ha)			
Lote	DAP Promedio (cm)	Altura Total (m)	Total
10A1	30,1	20	236
10A2	31,5	21,4	244,1
10B1	29,4	19	168,8
10B2	31	19,7	190,3
11A1	33,8	21,4	187,7
11A2	32,9	22,1	210,4
11B1	29	21	204,6
12A1	31,1	22,4	325,4
12A2	31,6	21,1	227,4
12B1	29,1	21,5	262,5
12B2	28,1	21,3	269,5
13B1	30,2	21,4	254,6
13B2	27,8	20,4	168,1
14B1	30,8	21,5	213
14B2	33,5	21,3	183,2
6A2	28,8	19	162,5
7A1	28,9	18,4	199,8
7A2	29,8	19,3	180
8A1	29,9	19,4	202
8A2	30,5	19,6	219
9A1	28,8	20,1	224,1
9A2	30,8	19,9	215,3
9B1	33	19,1	203
9B2	37,1	20,4	118,3
<b>Total general</b>			<b>5069,6</b>
<b>Promedio</b>			<b>211,23</b>

### Anexo 10 Incremento medio anual-Índice de sitio y densidad por lotes medición 2009

Lote	Valores			
	Suma de IMA DAP (cm)	Suma de IMA Altura Total (m)	Suma de Índice de Sitio (m)	Suma de Ejes Vivos (ha)
10A1	4,8	4,5	21,5	788
10A2	5,1	5,1	23,2	825
10B1	5	4,8	21,7	642
10B2	4,6	4,4	20,7	527
11A1	5,2	5,2	23,5	634
11A2	5,2	5	22,9	701
11B1	4	4	19,5	616
12A1	5,4	5,4	25,1	780
12A2	5,6	5,5	26,4	743
12B1	4,9	4,6	22,1	703
12B2	5,7	5,3	23,5	759
13B1	5,7	5,7	25,7	748
13B2	6,4	6,2	26,4	570
14B1	5,2	4,7	20,4	530
14B2	5,8	5,3	23,4	683
6A2	4,6	4,4	20,7	765
7A1	4,7	4,5	21,5	674
7A2	4,6	4,5	21,4	751
8A1	4,1	4	18,8	675
8A2	4,5	4,3	20	662
9A1	4,5	4,4	20,8	750
9A2	4,6	4,4	20,9	627
9B1	4,8	4,5	21	572
9B2	4,7	4,4	20,2	412
<b>Total general</b>	<b>119,7</b>	<b>115,1</b>	<b>531,3</b>	<b>16137</b>
<b>Promedio</b>	<b>4,99</b>	<b>4,80</b>	<b>22,14</b>	<b>672,38</b>

### Anexo 11 Incremento medio anual-Índice de sitio y densidad por lotes medición 2010

Lote	Valores			
	Suma de IMA DAP (cm)	Suma de IMA Altura Total (m)	Suma de Índice de Sitio (m)	Suma de Ejes Vivos (ha)
10A1	4,2	3,7	19,7	746
10A2	4,5	4,3	23,2	786
10B1	4,1	3,5	18,9	621
10B2	4,1	3,7	19,2	490
11A1	4,4	4	21,3	562
11A2	4,5	4	21,3	683
11B1	4	3,5	18,9	553
12A1	4,5	4,4	23,9	685
12A2	4,5	4,3	24,1	706
12B1	4,2	3,8	20,7	682
12B2	4,6	4	21,1	727
13B1	4,6	4,3	23,5	694
13B2	5,1	4,8	23,5	515
14B1	4,3	3,7	18,7	487
14B2	4,7	4,1	20,8	571
6A2	4	3,5	19,5	754
7A1	4,1	3,8	21,2	668
7A2	4,2	3,8	21,7	717
8A1	3,9	3,5	19	658
8A2	4,1	3,7	19,9	648
9A1	4	3,6	19,2	704
9A2	4	3,6	19,4	581
9B1	4,3	3,6	19,4	530
9B2	4,2	3,6	19,2	348
<b>Total general</b>	<b>103,1</b>	<b>92,8</b>	<b>497,3</b>	<b>15116</b>
<b>Promedio</b>	<b>4,30</b>	<b>3,87</b>	<b>20,72</b>	<b>629,83</b>



### Anexo 12 Incremento medio anual-Índice de sitio y densidad por lotes medición 2011

Lote	Valores			
	Suma de IMA DAP (cm)	Suma de IMA Altura Total (m)	Suma de Índice de Sitio (m)	Suma de Ejes Vivos (ha)
10A1	4	3,3	20,6	714
10A2	4,3	3,8	23,7	578
10B1	4	3,2	20,2	611
10B2	4	3,3	20,4	490
11A1	4,3	3,6	21,6	458
11A2	4,2	3,4	21,5	669
11B1	4	3,3	20,9	543
12A1	4,4	4	24,7	515
12A2	4,2	3,7	25,1	706
12B1	4,1	3,5	22,9	671
12B2	4,5	3,5	21,2	694
13B1	4,2	3,8	23,7	666
13B2	4,9	4	23,1	488
14B1	4,4	3,5	20,4	481
14B2	4,7	3,6	21,4	539
6A2	3,8	3,2	20,3	577
7A1	3,9	3,4	21,2	553
7A2	3,9	3,3	20,9	537
8A1	3,8	3	18,9	560
8A2	3,8	3,3	20,4	644
9A1	3,8	3,2	19,4	626
9A2	3,9	3,3	19,9	500
9B1	4	3,1	19,6	520
9B2	4,1	3,2	19,6	348
<b>Total general</b>	<b>99,2</b>	<b>82,5</b>	<b>511,6</b>	<b>13688</b>
<b>Promedio</b>	<b>4,13</b>	<b>3,44</b>	<b>21,32</b>	<b>570,33</b>

### Anexo 13 Incremento medio anual-Índice de sitio y densidad por lotes medición 2012

Lote	Valores			
	Suma de IMA DAP (cm)	Suma de IMA Altura Total (m)	Suma de Índice de Sitio (m)	Suma de Ejes Vivos (ha)
10A1	3,5	3	21,9	609
10A2	3,7	3,3	23,3	568
10B1	3,3	2,9	20,6	554
10B2	3,7	3	20,2	475
11A1	3,6	3,3	22,9	447
11A2	3,6	3,6	28,7	491
11B1	3,7	3	20,5	532
12A1	3,8	3,4	24,4	504
12A2	3,9	3,4	23,8	535
12B1				671
12B2	3,9	3,2	22,9	694
13B1	3,6	3,3	24	666
13B2	4,3	3,5	23,3	473
14B1	4,1	3,3	22,3	470
14B2	4,2	3,3	23,1	534
6A2	3,2	3	21,6	561
7A1	3,2	3,1	21,7	537
7A2	3,4	3	21,2	537
8A1	3,4	2,9	21,8	546
8A2	3,5	2,9	20,8	620
9A1	3,2	3	21,4	619
9A2	3,3	2,9	20,6	493
9B1	3,4	2,9	20,6	471
9B2	3,5	3	20,3	343
<b>Total general</b>	<b>83</b>	<b>72,2</b>	<b>511,9</b>	<b>12950</b>
<b>Promedio</b>	<b>3,46</b>	<b>3,01</b>	<b>21,33</b>	<b>539,58</b>

### Anexo 14 Incremento medio anual-Índice de sitio y densidad por lotes medición 2013

Lote	Valores			
	Suma de IMA DAP (cm)	Suma de IMA Altura Total (m)	Suma de Índice de Sitio (m)	Suma de Ejes Vivos (ha)
10A1	3,2	2,6	20,5	591
10A2	3,5	3	24,2	554
10B1	3,2	2,5	19,5	554
10B2	3,3	2,7	20,9	469
11A1	3,5	3	23,6	447
11A2	3,6	2,9	23,5	480
11B1	3,3	2,6	19,9	532
12A1	3,6	3	24,5	499
12A2	3,6	2,8	21,8	449
12B1	3,2	2,8	23,6	649
12B2	3,6	2,9	23,5	672
13B1	3,3	2,9	24,2	630
13B2	3,9	3	22,9	435
14B1	3,7	2,9	22,1	439
14B2	3,8	2,9	22,4	448
6A2	3,1	2,7	21,8	561
7A1	3,2	2,7	21,5	531
7A2	3,2	2,7	21,8	533
8A1	3,1	2,6	20,5	539
8A2	3,1	2,6	20,5	609
9A1	3,1	2,6	20,8	619
9A2	3,2	2,6	20,2	493
9B1	3,4	2,5	20	467
9B2	3,4	2,6	19,7	332
<b>Total general</b>	<b>81,1</b>	<b>66,1</b>	<b>523,9</b>	<b>12532</b>
<b>Promedio</b>	<b>3,38</b>	<b>2,75</b>	<b>21,83</b>	<b>522,17</b>

### Anexo 15 Incremento medio anual-Índice de sitio y densidad por lotes medición 2014

Lote	Valores			
	Suma de IMA DAP (cm)	Suma de IMA Altura Total (m)	Suma de Índice de Sitio (m)	Suma de Ejes Vivos (ha)
10A1	3,1	2,5	21,4	447
10A2	3,2	2,6	24,6	536
10B1	3	2,3	20,3	559
10B2	3,1	2,4	20,8	480
11A1	3,3	2,5	21,7	447
11A2	3,4	2,6	22,2	477
11B1	3,1	2,4	20,5	522
12A1	3,4	2,8	24	531
12A2	3,5	2,7	22,8	348
12B1	3	2,4	21,9	660
12B2	3	2,5	22,5	672
13B1	3,2	2,7	23,7	499
13B2	3,5	2,9	23,6	464
14B1	3,5	2,6	21,9	387
14B2	3,7	2,7	22,4	384
6A2	3,1	2,5	21,5	409
7A1	3,1	2,6	22,2	447
7A2	3,1	2,5	21,6	447
8A1	3	2,3	20,1	390
8A2	3,1	2,4	21,3	473
9A1	3	2,5	20,9	488
9A2	3,1	2,4	21	402
9B1	3,2	2,3	20	464
9B2	3,3	2,4	20,6	325
<b>Total general</b>	<b>77</b>	<b>60,5</b>	<b>523,5</b>	<b>11258</b>
<b>Promedio</b>	<b>3,21</b>	<b>2,52</b>	<b>21,81</b>	<b>469,08</b>

### Anexo 16 Incremento medio anual-Índice de sitio y densidad por lotes medición 2021

Lote	Valores			
	Suma de IMA DAP (cm)	Suma de IMA Altura Total (m)	Suma de Índice de Sitio (m)	Suma de Ejes Vivos (ha)
10A1	2,3	1,5	22,4	359
10A2	2,4	1,6	24	317
10B1	2,2	1,4	22,3	287
10B2	2,3	1,5	22,9	285
11A1	2,5	1,6	22	222
11A2	2,5	1,7	23	242
11B1	2,2	1,6	22,5	324
12A1	2,3	1,7	24	414
12A2	2,4	1,6	23	299
12B1	2,2	1,6	23	400
12B2	2,1	1,6	23	434
13B1	2,3	1,6	23	353
13B2	2,2	1,6	22,4	287
14B1	2,4	1,7	22,7	286
14B2	2,6	1,7	24,8	214
6A2	2,1	1,4	23,4	279
7A1	2,1	1,4	23	352
7A2	2,2	1,4	22,8	294
8A1	2,2	1,4	23,7	317
8A2	2,3	1,5	23,7	340
9A1	2,1	1,5	23,9	382
9A2	2,3	1,5	23,9	318
9B1	2,4	1,4	22,6	284
9B2	2,8	1,5	22,3	269
<b>Total general</b>	<b>55,4</b>	<b>37</b>	<b>554,3</b>	<b>7558</b>
<b>Promedio</b>	<b>2,31</b>	<b>1,54</b>	<b>23,10</b>	<b>314,92</b>