



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Incrementos dasométricos en plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (Teca) en la provincia del Guayas: influencia en el entorno paisajístico de la zona

Dasometric increases in plantations of *Tectona grandis* L. f. (Teak) in the province of Guayas: influence in the landscape environment of the area

López- Tobar Rolando¹, Yomber Montilla López¹, Edison Solano Apuntes¹, Carlos Belezaca Pinargote¹, Marlon Núñez Castro².

¹ Docentes Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Técnica Estatal de Quevedo UTEQ

² Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica, (UEA), Pastaza16101, Ecuador

• Correspondencia: rlopez@uteq.edu.ec. Correos de todos los autores

Resumen

La investigación se la realizó con la finalidad de determinar el incremento en las variables diámetro y altura de plantaciones de la especie forestal *Tectona grandis* L. f. (Teca), y su influencia en el entorno paisajístico de la zona que afectaría a la flora y fauna existente en las plantaciones evaluadas ; estos datos proporcionan una proyección del tiempo que le tomará a las plantaciones de esta especie para ser aprovechadas, además para determinar el impacto que estas generan al paisaje de la zona. La proyección se la realizó con el software matemático Maple 18 aplicado a una base de datos elaborada en el programa Excel la cual fue registrada en plantaciones de teca establecidas en el cantón Balzar de la provincia del Guayas. Se encontró que con el transcurso de los años la especie forestal provee de muchos beneficios al paisaje por su incidencia en la aportación al hábitat de especímenes de flora y fauna, además que la sucesión ecológica observada fue interesante en lo que respecta a regeneración de especies florísticas en especial en los lugares donde se realizó manejo silvicultural. Los sitios analizados son aptos para el cultivo de la teca, analizando las proyecciones realizadas en base a los datos obtenidos en las parcelas establecidas en cada uno de ellos. Las proyecciones de crecimiento realizadas a la especie en estudio, reflejaron que el incremento en diámetro y altura son prácticamente homogéneos; los datos reflejan que para alcanzar un diámetro comercial la plantación necesita 21 años, presentando DAP de 33,64 centímetros (1,646 cm/año) y 31,70 metros de altura, (1,55 m/año); la relación de altura respecto al diámetro es de 94, esto significa que los crecimientos se mantienen constantes y la relación es que por cada centímetro que incrementa en diámetro, el árbol incrementa su altura aproximadamente un metro.

Palabras clave: Manejo silvicultural, flora, fauna, proyecciones de crecimiento, edades, teca

Abstract

The investigation was carried out with the purpose of determining the increase in the variables diameter and height of plantations of the forest species *Tectona grandis* L. f. (Teak), and its



influence on the landscape environment of the area that would affect the flora and fauna existing in the plantations evaluated; These data provide a projection of the time it will take for plantations of this species to be exploited, in addition to determining the impact they generate on the landscape of the area. The projection was carried out with the Maple 18 mathematical software applied to a database elaborated in the Excel program which was registered in teak plantations established in the Balzar canton of the Guayas province. It was found that over the years the forest species provides many benefits to the landscape because of its impact on the contribution to the habitat of specimens of flora and fauna, in addition that the ecological succession observed was interesting in regards to regeneration of floristic species especially in places where silvicultural management was performed. The analyzed sites are suitable for the cultivation of teak, analyzing the projections made based on the data obtained in the plots established in each of them. The growth projections made to the species under study, showed that the increase in diameter and height are practically homogeneous; the data reflect that to reach a commercial diameter the plantation needs 21 years, presenting DAP of 33.64 centimeters (1,646 cm / year) and 31,70 meters high (1.55 m / year); The ratio of height to diameter is 94, this means that the growths remain constant and the ratio is that for every centimeter that increases in diameter, the tree increases its height approximately one meter.

Keywords: Silvicultural management, flora, fauna, growth projections, ages, teak

Introducción

El Ecuador es un país que posee una diversidad de regiones aptas para el desarrollo de plantaciones forestales, provisto de una gran gama de recurso naturales, suelos muy fértiles, condiciones agroecológicas apropiadas, tiene ventajas competitivas y climáticas, es uno de los sectores productivos con mayor potencial de desarrollo y crecimiento (Espinoza, 2014).

La teca (*Tectona grandis* L. f.) fue introducida en la década de 1950 en el litoral ecuatoriano por inversionistas privados en la (Hacienda Coffee Robusta, actual Monocongo) y por la Estación Experimental Pichilingue del INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), en la provincia de Los Ríos (Morales & Camino, 2013).

A lo largo del tiempo, se observó que la especie se adaptó muy bien a los suelos y al clima ecuatoriano, con resultados de crecimiento prometedores; a la fecha, se estima que en Ecuador existen más de 30.000 hectáreas de teca en las provincias de Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas y la región Amazónica (Morales & Camino, 2013).

Los modelos de crecimiento son vitales para la planificación del manejo forestal. Predicen el desarrollo de un bosque, considerando características del sitio y opciones de manejo, como variables de entrada, y constituyen una herramienta importante para la toma de decisiones en el manejo forestal sostenible (Medrano, 2008).

Existen varios modelos de crecimientos y están hechos con el fin de estimar diferentes variables de una plantación o un bosque, entre ellos está el modelo de crecimiento para estimar diámetro en función a la edad, usando información proveniente de parcelas permanentes, los tipos de modelos que se puede emplear en una plantación son modelos de rodal, modelos de clases de tamaños y modelos de árbol individual, cada modelo a emplear depende del tipo de propósito, como de recursos disponible (Newnham, 1964).

El principal objetivo de esta investigación es determinar el incremento en las variables diámetro y altura de plantaciones de la especie forestal *Tectona grandis* L. f. (Teca), y su influencia en el entorno paisajístico de la zona que afectaría a la flora y fauna existente en las plantaciones evaluadas.

El conocimiento del tiempo que tardaría una plantación forestal en desarrollar un volumen aprovechable es muy importante para los inversionistas forestales, puesto que de esta manera podríamos tomar decisiones e inclusive proyectar ventas del producto final, principalmente en las empresas de plantaciones forestales.

Materiales y métodos

Área de estudio

La presente investigación se la realizó en el Cantón San Jacinto de Balzar, debido a que está considerada como una de las mejores zonas en el Ecuador para el desarrollo del cultivo de la teca, también porque es donde encontramos mayor información acerca del cultivo de esta especie forestal.

Se realizó una predicción del crecimiento de plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (Teca) ubicadas en la zona de Balzar, mediante proyección con el software matemático Maple 18 aplicado a una base de datos elaborada en el programa Excel la cual fue registrada en plantaciones de esta especie forestal establecidas en diferentes localidades del cantón Balzar de la provincia del Guayas y de esta manera evaluar el crecimiento, incremento volumétrico y estimar la edad de aprovechamiento, mientras que para evaluar el impacto de las plantaciones con el paisaje se realizó el método de observación directa.

Mediante esta investigación se evaluó las parcelas permanentes existentes, y se obtuvieron datos proyectados para saber el tiempo en que podríamos aprovechar la madera.

Tectona grandis L.f.

Espinoza (2014) relata que en la actualidad existen alrededor de 10 haciendas entre las más conocidas que producen teca en el

cantón Balzar. *Tectona grandis* L. f. conocido comúnmente como teca, originario de la India, Tailandia y Laos

Las plantaciones de teca en el país se han establecido principalmente en las provincias de la costa ecuatoriana: Los Ríos, Manabí, Guayas, Esmeraldas y El Oro, donde las temperaturas, precipitaciones y suelos son apropiados para el buen crecimiento de la especie (Morales, 2013). Las plantaciones de teca mejoran la calidad de los sitios, en cuanto a las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos (Espitia et al., 2011).

El cantón Balzar tiene una extensión de 50.435 km², de los cuales 2.518 km² están disponibles para el cultivo, de las cuales se ha usado el 0,59% del terreno destinado para el cultivo de la teca (Espinoza, 2014).

Parcelas Permanentes de Crecimiento

Las parcelas permanentes, tanto en plantaciones como en bosques naturales, es la base para desarrollar e implementar las operaciones y actividades correctas, y en el tiempo oportuno. Por ejemplo, en un estudio realizado sobre la evaluación de la investigación de crecimiento y rendimiento para la formulación de planes de manejo en América Central, corrobora la existencia de un vacío de información al respecto y la necesidad urgente de iniciar y complementar el establecimiento y evaluación de parcelas permanentes de medición (Ugalde 2001).

Se realizó mediciones a parcelas circulares de investigación establecidas en las plantaciones de teca desde el 2003, las que se encuentran en constante evaluación dasométrica con el fin de determinar los mejores parámetros para el manejo forestal.



Plantación de *Tectona grandis* L.f. en Balzar
Foto: Rolando López, 2017.



Toma de datos en plantación de *Tectona grandis* L.f. en Balzar.
Foto: Rolando López, 2017.

Estudios realizados en proyecciones alométricas en plantaciones.

En el estado de Campeche, elaboraron tablas de producción para plantaciones de teca que son aplicables a zonas, procesaron información de 233 árboles dominantes de parcelas de 12 a 21 años. La productividad de los terrenos fue considerada con la aproximación del índice de sitio, mediante la altura de los árboles dominantes a la edad base de 23 años, misma que fue determinada por ser el turno esperado de algunas de las plantaciones más grandes establecidas en el país. Con el objeto de proyectar el rendimiento recurrieron a la opción del árbol medio (Camacho, 2013).

Medrano en el año 2008, realizó un estudio

sobre la determinación del incremento volumétrico e índice de sitio en plantaciones de teca en la hacienda La Balsa” recinto “Cerritos” Cantón Balzar, de 1111 plantas/ha, en lotes de diferentes edades, tomó datos de parcelas permanentes de Crecimiento e identificó tres calidades de sitio: buena, regular y mala en lotes de diferentes edades, demostrando lo significativo de las diferencias existente entre calidades.

Resultados y discusiones

Una vez realizado el registro de los datos existentes y realizar las proyecciones de crecimiento se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 1. Datos resultantes de la toma de datos diámetros y alturas en 4 años de colecta en los 3 sitios

Datos	Año 2003	Año 2004	Año 2005	Año 2006
Total de Muestras	662	662	662	662
Diámetro Promedio (cm)	7,967±0,097	10,571±0,108	11,355±0,135	13,194±0,125
Altura Promedio (m)	7,117±0,082	9,617±0,106	10,615±0,164	11,952±0,112
Edad de los arboles (años)	5	6	7	8

Fuente: Autores

En la Tabla 1, se observa que mediante la proyección del crecimiento realizada, se encontró que los individuos analizados obtuvieron un diámetro a 1,30 metros desde el nivel del suelo de 7,96±0,09 centímetros a los 5 años, mientras que a esa misma edad los arboles obtienen una altura de 7,11±0,08

metros; a los 6 años se encontró que el diámetro fue de 10,571±0,108 mientras que la altura fue de 9,617±0,106; a los 7 años el diámetro fue de 11,355±0,135 y en altura encontramos datos de 10,615±0,164, de igual manera a los 8 años el diámetro fue de 13,194±0,125 y la altura fue de

11,952±0,112 metros. Podemos observar que el incremento en diámetro y altura se mantiene constante en los cuatro años de toma de datos.

Proyección lineal DAP
Al realizar la proyección lineal (Tabla 2) con Maple, aplicando mínimos cuadrados encontramos los siguientes datos en los diámetros a la altura de pecho DAP:

Tabla 2. Datos resultantes de la proyección de datos de DAP

Taños	DAP d c m	T años	DAP d c m
2003	7,96	2014	25,41
2004	10,57	2015	27,05
2005	11,35	2016	28,70
2006	13,19	2017	30,34
2007	13,88	2018	31,99
2008	15,53	2019	33,64
2009	17,18	2020	35,28
2010	18,82	2021	36,93
2011	20,47	2022	38,57
2012	22,11	2023	40,22
2013	23,76	2024	41,87

Fuente: Autores

Realizando la proyección lineal encontramos que en el año 5 (2003) la plantación poseía un diámetro promedio de 7,96 centímetros y en el año 21 (2019) se calcula que la plantación tiene 33,64 centímetros (Tabla 2), dato que es muy similar al que se encontró en el campo (37,20 cm). El modelo de Proyección Lineal es $d=1,646*(T) - 3289,637$; La pendiente de la recta corresponde a que en promedio el diámetro de cada árbol aumenta razón de 1,646 cm/año.

Realizando la proyección lineal encontramos que en el año 5 (2003) la plantación poseía alturas promedio de 7,11 metros y en el año 21 (2019) el modelo reflejó que la plantación tiene 31,70 metros; este dato difiere con el que se encontró en el campo en el cual el promedio de los árboles en altura fue de 24,5 metros de altura. El modelo de Proyección Lineal es $Altura = 1,55*(h) - 3097,8$; La pendiente de la recta corresponde a que en promedio la altura de cada árbol aumenta razón de 1,55 m/año (Tabla3).

Proyección lineal alturas

Tabla 3. Datos resultantes de la proyección de datos de Alturas

T años	Alturas h m	T años	Alturas h m
2003	7,11	2014	23,95
2004	9,61	2015	25,50
2005	10,61	2016	27,05
2006	11,52	2017	28,60
2007	13,10	2018	30,15
2008	14,65	2019	31,70
2009	16,20	2020	33,25
2010	17,75	2021	34,80
2011	19,30	2022	36,35
2012	20,85	2023	37,90
2013	22,40	2024	39,49

Fuente: Autores

Relación Diámetro y Altura

La pendiente de la gráfica corresponde a la relación de crecimiento altura vs diámetro, en promedio el factor es de 93,9≈94. El incremento de altura respecto al diámetro es de 94, esto significa que estos crecimientos se mantienen constantes y la relación es prácticamente 1 a 1, por cada centímetro que incrementa en diámetro, el árbol incrementa su altura aproximadamente un metro (Tabla 4).

Al comparar estas proyecciones con los datos tomados en el campo en el año 2019, encontramos que en la variable diámetro, los resultados encontrados tanto en el campo como en los que resultaron de la proyección, mantienen una relación similar de incrementos, mientras que los resultados de alturas en el campo con los de la proyección difieren considerablemente.

Tabla 4. Datos resultantes de la relación entre Alturas y Diámetros

Alturas <i>h m</i>	DAP <i>d c m</i>	Alturas <i>h m</i>	DAP <i>d c m</i>
7,11	7,96	23,95	25,41
9,61	10,57	25,50	27,05
10,61	11,35	27,05	28,70
11,52	13,19	28,60	30,34
13,10	13,88	30,15	31,99
14,65	15,53	31,70	33,64
16,20	17,18	33,25	35,28
17,75	18,82	34,80	36,93
19,30	20,47	36,35	38,57
20,85	22,11	37,90	40,22
22,40	23,76	39,49	41,86

Fuente: Autores

Conclusiones

Las proyecciones de crecimiento realizadas para teca, y que fueron obtenidas en diferentes parcelas, mostraron que son prácticamente homogéneos en los sitios donde se encuentran plantados. Se determinó que, para alcanzar un diámetro comercial ideal, la plantación de teca tiene que alcanzar los 21 años estimando un DAP de 33,64 centímetros; además, un aumento promedio del diámetro de cada árbol de 1,646 cm/año. A esa misma edad de la plantación, el modelo reflejó que la plantación tendría 31,70 centímetros de altura; en promedio la altura de cada árbol aumenta razón de 1,55 m/año. Al analizar estos datos con el mismo programa MAPLE, el incremento de altura respecto al diámetro es de 94, esto significa que los crecimientos se mantienen constantes y la relación es prácticamente 1 a 1, por cada centímetro que incrementa en

diámetro, el árbol incrementa su altura aproximadamente un metro.

La proyección funciona de una manera aceptable al tomar en consideración la variable diámetro, mientras que al tomar en consideración la variable altura la proyección difiere del crecimiento original. Los sitios analizados son aptos para el cultivo de la especie forestal teca, esto en base a las proyecciones realizadas de los datos obtenidos en las parcelas establecidas en cada uno de ellos. Se encontró que con el transcurso de los años la especie forestal provee de muchos beneficios al paisaje por su incidencia en la aportación al hábitat de especímenes de flora y fauna, además que la sucesión ecológica observada fue interesante en lo que respecta a regeneración de especies florísticas en especial en los lugares donde se realizó manejo silvicultural.

Literatura Citada

Espinoza; D. Importancia e Impacto Económico en Balzar en la Exportación de Teca, (tesis para ingeniero en gestión de empresas), Universidad Católica De Santiago De Guayaquil, Ecuador 95 p. 2014.

Camacho, A; Ramírez, H; De Los Santos, H; Tablas de rendimiento para teca (*Tectona grandis* L.f.) en el Estado de Campeche. División de Ciencias Forestales. México. 4(19). 2013.

Espitia, M.; Murillo, O. & C. Castillo. (2011). Ganancia genética esperada en teca (*Tectona grandis* L.f.) en Córdoba (Colombia). Colombia Forestal, 14: 81-93.

Medrano N.; Determinación del Incremento Volumétrico e Índice de Sitio en Plantaciones De Teca en la Hacienda La Balsa Recinto Cerritos Cantón Balzar. Escuela Superior Politécnica del Litoral (tesis de ingeniero agropecuario) Guayaquil. Ecuador. 2008.

Morales, J.; & R. de Camino. (2013). Las plantaciones de teca de América Latina: Mitos

y realidades. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, (CATIE). 344 p.

Newnham, R.M. 1964. The development of a stand model for Douglas-fir. PhD Thesis. Faculty of Forestry, University de British Columbia, Vancouver. 201 p.

Nieto, J. (2001). Diversidad genética de ecotipos de la teca (*Tectona grandis* L. f.) del Litoral Ecuatoriano. Tesis de Master. Universidad Internacional de Andalucía. Quevedo-Ecuador. 62 p.

Pandey, D. & C. Brown. (2000). La Teca: una visión global. Una visión general de los recursos mundiales de teca y de los elementos que influyen en sus perspectivas de futuro. Unasylva, 201(51): 3-13.

Ugalde, L; 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, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, Turrialba. Costa Rica. 2001.