

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

EVALUATION OF THE GROWTH OF PLANTATIONS OF *TECTONA GRANDIS* L. F. IN THE CANTONS OF QUEVEDO, MOCACHE AND VALENCIA, PROVINCE OF LOS RÍOS

César Alberto Cabrera Verdesoto¹, Vladimir Eduardo Sarmiento Holguin²⁺, Guillermo Law Blanco³, Darwin Marcos Salvatierra Pilozo⁴, Juan Manuel Guerreo Calero⁵, Valeria Lissette Cali Ligua⁶

{cesar.cabrera@unesum.edu.ec¹, sarmientoholguin16@gmail.com², lawblanco17@gmail.com³, darwin.salvatierra@unesum.edu.ec⁴, juan.guerrero@unesum.edu.ec⁵, valeriacali.15@hotmail.com⁶}

Fecha de recepción: 13 de febrero de 2024 / Fecha de aceptación: 13 de junio de 2024 / Fecha de publicación: 14 de julio de 2024

RESUMEN: El presente estudio se realizó en plantaciones de *Tectona grandis* L.f., de 6 años, en los cantones Valencia, Mocache y Quevedo, donde se establecieron parcelas permanentes de muestreo. Este trabajo busca evaluar el crecimiento de *T. grandis* L.f., demostrar la mejor localidad en el desarrollo de la especie, además determinar el crecimiento medio anual y calcular el volumen promedio de las plantaciones en los tres cantones. Se consideran las tres localidades como tratamientos y se tomaron seis repeticiones (tres parcelas por sitios) las parcelas se establecieron en un diseño completamente al azar. Las parcelas fueron de 1000 m² en los cuales se midieron las variables altura, DAP, área basal y volumen, las cuales se calcularon los incrementos medios anuales para cada localidad. Las variables se registraron durante tres años consecutivos. El IMA en volumen, área basal y DAP para *T. grandis*, Valencia fue la que registro mejores promedios, según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades de error, (2,82 IMA DAP cm/año), (3,09 IMA AB m²/ha/año y 25,84 IMA volumen m³/ha/año), mientras la variable IMA en altura, no presentó diferencias significativas para Valencia, Mocache y Quevedo. El promedio del volumen/ha y área basal/ha, mostraron diferencias significativas, siendo Valencia que obtuvo los mayores valores con (162,42 m³/ha y 17,82 m²/ha), mientras Quevedo obtuvo los resultados más bajos. En base a los resultados alcanzados se acepta la hipótesis planteada, la localidad de Valencia presenta mayor crecimiento dasométrico para *T. grandis* L.f.

Palabras clave: Crecimiento, parcelas, permanentes, variables dasométrica

¹Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0001-5101-3520>

²Ingeniera Forestal, Profesional autónomo+, <https://orcid.org/0009-0003-9238-5453>

³Ingeniero Forestal, Profesional autónomo, <https://orcid.org/0009-0009-0340-3589>

⁴Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-2659-4471>

⁵Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-1356-0475>

⁶Ingeniera Forestal, Profesional autónomo, <https://orcid.org/0000-0002-9926-6161>

ABSTRACT: The present study was carried out in plantations of *Tectona grandis* L. f., 6 years old, in the cantons of Valencia, Mocache and Quevedo, where permanent sampling plots were established. This work seeks to evaluate the growth of *T. grandis* L.f., demonstrate the best locality in the development of the species, also determine the average annual growth and calculate the average volume of the plantations in the three cantons. The three locations are considered as treatments and six repetitions were taken (three plots per site). The plots were established in a completely randomized design. The plots were 1000 m² in which the variables height, DAP, basal area and volume were measured, from which the average annual increases were calculated for each location. The variables were recorded for three consecutive years. The IMA in volume, basal area and DBH for *T. grandis*, Valencia was the one that registered the best averages, according to the Duncan test at 5% probability of error, (2.82 IMA DBH cm/year), (3.09 IMA AB m² /ha/year and 25.84 IMA volume m³/ha/year), while the IMA variable in height did not present significant differences for Valencia, Mocache and Quevedo. The average volume/ha and basal area/ha showed significant differences, with Valencia obtaining the highest values with (162.42 m³/ha and 17.82 m²/ha), while Quevedo obtained the lowest results. Based on the results achieved, the proposed hypothesis is accepted, the town of Valencia presents greater dasometric growth for *T. grandis* L.f.

Keywords: Growth, plots, permanent, dasometric variables

INTRODUCCIÓN

La *T. grandis* L. f., es una especie forestal originaria de la India, Tailandia y Laos. Se introdujo en América hace 100 años (4), esta especie ha ganado rápidamente un puesto preferencial en el mercado mundial debido a la apariencia atractiva de su madera y su resistencia a enfermedades, entre otras razones. La teca se proyecta como una especie importante en las exportaciones madereras globales (3).

La *T. grandis* L. f., es la especie más manejada en plantaciones forestales a nivel mundial. Históricamente, se aprovechaba en turnos de ochenta a cien años, pero actualmente, los turnos para la producción de madera comercial han disminuido. Para el manejo de la teca, es necesario considerar ciertas características únicas (19). Por ejemplo, variables fisiográficas, edáficas y climáticas están relacionadas con la productividad de esta especie. En Costa Rica, estudios han encontrado que el déficit hídrico, la temperatura media anual, la resistencia a la penetración del suelo y el contenido de calcio a una profundidad menor a 0.20 m son variables significativas para evaluar la calidad del sitio mediante métodos indirectos. Las plantaciones de teca mejoran la calidad de los sitios, en Tailandia se ha determinado incrementos de materia orgánica en plantaciones de cuatro años y al año 15 había aumentado el pH, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), el fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y el magnesio (Mg) (5).

(6), en su investigación han identificado que los factores limitantes para la especie incluyen suelos poco profundos, compactados y con bajos contenidos de calcio (Ca) y magnesio (Mg), en terrenos

con pendientes moderadas a fuertes y terrenos mal drenados. De esta misma manera, (1) declara que, la teca es una especie que requiere altos contenidos de calcio (Ca) para su desarrollo.

El desarrollo reciente y a gran escala de plantaciones comerciales intensivas en la región ha favorecido la participación de diversos sectores en la investigación, con el fin de comprender mejor la silvicultura de la teca y lograr altas productividades de la especie (11).

Los estudios sobre el crecimiento de la teca en América Tropical son relativamente recientes, con investigaciones que datan de las últimas cuatro o cinco décadas. En Ecuador, los primeros estudios se remontan a la década de los años 70, pero los trabajos más significativos, utilizando datos de parcelas permanentes o análisis fustal, comenzaron en los años 90. Hasta la fecha, estos análisis continúan siendo un desafío para interpretar la calidad de las plantaciones y la respuesta de la especie a diferentes zonas.

El volumen total de un árbol típicamente se estima a partir de ecuaciones de volumen, lo cual es útil y práctico para conocer el volumen total del árbol (15). Esta información es ventajosa para analizar e interpretar parámetros de evaluación dasométricos, detallando las existencias de madera en rodales o plantaciones de teca.

Las características más relevantes de la *T. grandis* L. f son: es una especie de alto valor de mercado, con mercado creciente y asegurado, tanto a nivel nacional como externo; de rápido crecimiento y turnos relativamente cortos de 18-25 años o menos, dependiendo de la calidad del sitio seleccionado; una ventaja con esta especie es que se dispone de germoplasma adecuado y con procesos de mejoramiento en marcha (huertos semilleros, huertos clonales) (15).

Este estudio tiene como objetivo general evaluar el crecimiento de *T. grandis* L. f. en plantaciones de Quevedo, Mocache y Valencia, con el propósito de generar líneas de acción para el manejo y aprovechamiento sostenible de la especie en estos cantones. Con la información obtenida, se integrará estadísticamente un modelo matemático que permita determinar con claridad el crecimiento de la teca en las distintas zonas propuestas en este trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio es de tipo descriptivo, con un enfoque de esta investigación es método inductivo, el cual se refiere al movimiento del pensamiento que va de los hechos particulares a afirmaciones de carácter general. Esto implica pasar de los resultados obtenidos de observaciones o experimentos al planteamiento de hipótesis, leyes y teorías.

Descripción del área de estudio

En los cantones de la provincia de Los Ríos, Quevedo, Mocache y Valencia, los que están ubicados entre 75-200 metros sobre el nivel del mar aproximadamente, tal como se observa en la Figura 1.

Contexto geográfico

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

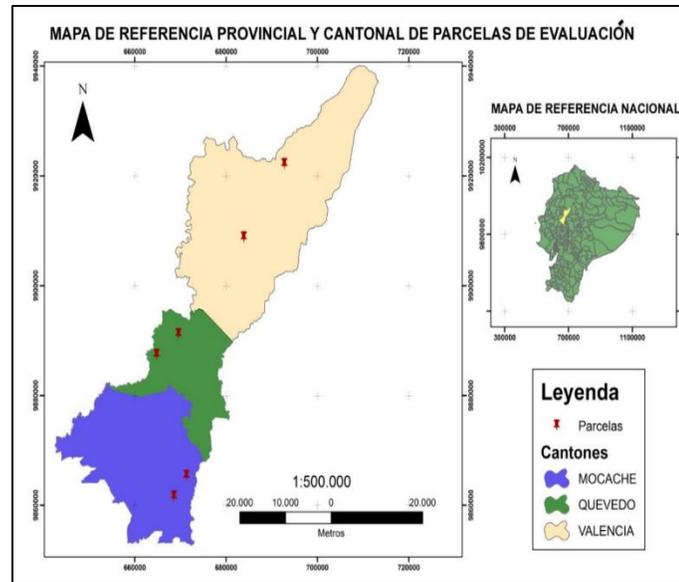


Figura 1: Ubicación del área de estudio

Unidad de muestreo

En los cantones, Mocache, Valencia y Quevedo, el registro de datos se realizó en las unidades de muestreo, localizadas en las coordenadas UTM, las cuales se describen en el siguiente Tabla 1.

Tabla 1: Coordenadas de los sitios evaluados en los cantones Mocache, Valencia y Quevedo

Cantones	Sitio	Propietario	Coordenadas UTM	
Mocache	Chonta	Luis Veliz	0668612	9861598
	Independencia	Gabriel Morales	0671350	9865387
Valencia	San Pablo	José Rodríguez	0683893	9908812
	Lampa	Eulogio Bravo	0692780	9922158
Quevedo	Lechugal	Municipio Quevedo	0669603	9991188
	Puerto Romero	Carlos Castro	0664797	9887420

Tratamientos

En la presente investigación se utilizaron tres tratamientos (localidades) con seis repeticiones para cada tratamiento. Los tratamientos se describen a continuación:

- T1 = Mocache
- T2 = Quevedo
- T3 = Valencia

Diseño experimental (comparación entre medias)

Los tratamientos se dispusieron en un Diseño Completamente al Azar, tal como se observa en la Tabla 2.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

Tabla 2: Esquema del análisis de la varianza para el diseño experimental

Fuente de Variación	Grados de Libertad	
Repeticiones	r-1	5
Tratamientos	t-1	2
Error	(r-1) (t-1)	10
Total	tr-1	17

Unidad experimental

La unidad experimental constituyo una parcela circular de 1000 m², en cada sitio se establecieron 6 unidades de muestreo, 18 unidades en total.

Modelo matemático

El modelo matemático utilizado en cada experimento y que describe el comportamiento de las variables (16).

Con la respectiva ecuación:

$$C = \frac{P}{E}$$

Donde:

C = capacidad

P= productividad

E = eficiencia

Análisis estadístico

Comprobados los requisitos del ANOVA mediante la prueba de Shapiro-Wilks (modificado) para normalidad y Levene para varianzas homogéneas, se procedió con el análisis. Las comparaciones de medias se realizaron mediante la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades de error. Los resultados se tabularon con el paquete estadístico *STATISTICA 7.0*

VARIABLES EVALUADAS

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 una regla graduada (Flexómetro). La altura se registró mensualmente por un lapso de 36 meses.

DAP (1,30 m): Se registró en centímetros la utilización de un calibrador (pretul). La medición se realizó a 1,30 m desde la base del árbol, es decir desde la superficie del suelo, mensualmente se tomó los datos por el lapso de 36 meses.

Área basal. (m²): Se calculó mensualmente (8), con la respectiva ecuación:

$$AB = 0.7854 ((DAP)^2/4)$$

Donde:

AB = área basal

Volumen (m^3): Se calculó mensualmente (7), con la respectiva ecuación:

$$Vol = AB * Dap^2 * Altura (m) * Ff$$

Donde:

Ff = factor de forma para la especie 0,5

Vol. = volumen

Incremento medio anual (IMA): El valor del incremento medio anual (IMA) expresa la media del crecimiento total a cierta edad del árbol. Se cálculo para el DAP, área basal, altura y volumen (23).

Con la respectiva ecuación:

$$IMA = Y_t/t_o$$

Donde:

Y = dimensión de la variable considerada

t_o = edad a partir del tiempo cero

Para el caso del volumen, con la respectiva ecuación:

$$IMA = \frac{\text{Volumen del árbol}}{\text{Edad}}$$

Manejo del experimento

Las parcelas en cada uno de los tratamientos (localidades) estuvieron dispuestas al azar, las repeticiones se las distribuyo sistemáticamente dentro de cada localidad, las parcelas circulares de 1000 m^2 se las midió cada mes durante 3 años consecutivos. Al momento de la instalación de las parcelas las plantaciones tenían tres años de edad. La intensidad de muestreo para cada localidad fue del 10 % de toda la plantación. Por parcela se encontraron entre 800 a 980 árboles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación del Incremento Medio Anual (IMA) para las variables Dasométricas

Para determinar el IMA de las variables dasométricas se partió de los datos de crecimiento alcanzados hasta el año 2012.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

El IMA DAP, área basal y volumen; presentaron diferencias significativas. El mejor diámetro, área basal y volumen se obtuvieron en la localidad de Valencia y la más baja fue para Quevedo. La altura no presentó diferencias significativas, como se muestra en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3: Promedios de DAP, altura, área basal y volumen de teca a los seis años, en las localidades de Valencia, Mocache y Quevedo

Localidades	Variables			
	DAP (cm/ha)	Altura (m/ha)	AB (m ² /ha)	Vol. (m ³ /ha)
Valencia	8,47	6,81	9,28	77,58
Mocache	7,17	6,61	7,08	59,36
Quevedo	6,86	6,07	6,22	47,24

Tabla 4: Promedios de IMA de las variables dasométricas, DAP, altura, área basal y volumen, durante los periodos 2010, 2011 y 2012 para las localidades Mocache, Quevedo y Valencia

Localidades	N ^º Arb/ha	Variables			
		IMA DAP (cm/año)	IMA Altura (m/año)	IMA AB (m ² /ha/año)	IMA Vol. (m ³ /ha/año)
Valencia	929	2,82 a	2,27 a	3,09 a	25,86 a
Mocache	929	2,39 ab	2,20 a	2,37 ab	19,79 ab
Quevedo	929	2,29 b	2,02 a	2,07 b	15,75 b
CV (%)		1,67	1,22	3,03	12,81

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes Duncan ($p \leq 0,05$)

La Figura 2, muestra los valores de IMA área basal, el mejor promedio se obtuvo para la localidad de Valencia, y la más baja fue para Quevedo.

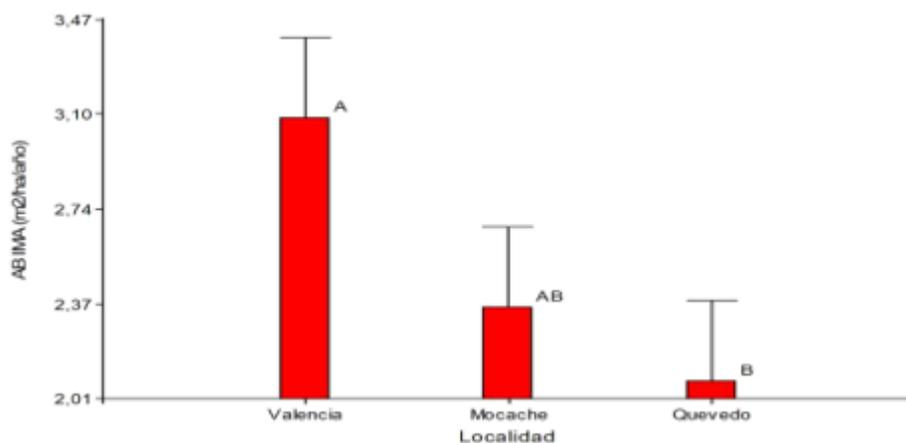


Figura 2: Diagrama de caja para el IMA del área basal m²/ha/año

La Figura 3, muestra los valores de IMA Volumen, el mejor promedio se obtuvo para la localidad de Valencia, y la más baja fue para Quevedo.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

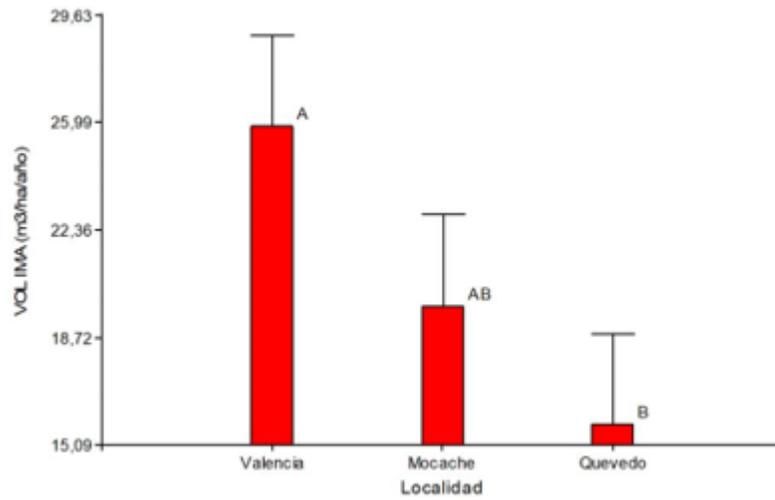


Figura 3: Diagrama de caja para el IMA del volumen m³/ha/año

La Figura 4, muestra los valores de IMA DAP, el mejor promedio se obtuvo para la localidad de Valencia, y la más baja fue para Quevedo.

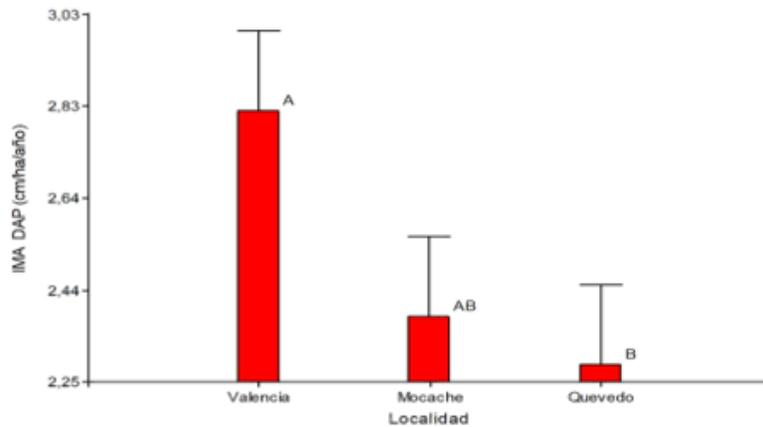


Figura 4: Diagrama de caja para el IMA del DAP cm/ha/año

La Figura 5, muestra los valores de IMA Altura, las localidades Valencia, Mocache y Quevedo se comportaron estadísticamente iguales.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

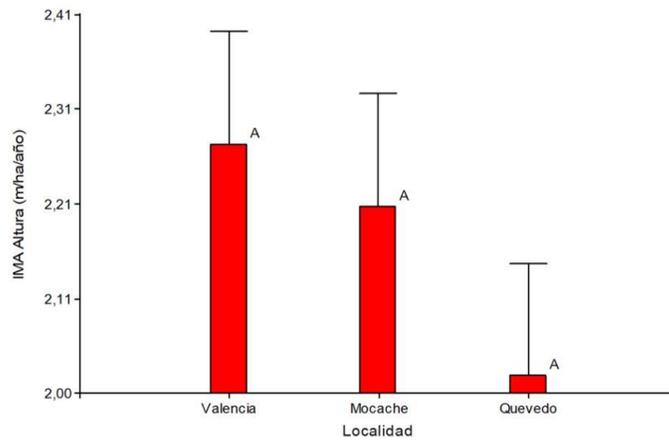


Figura 5: Diagrama de caja para el IMA para la altura m/ha/año

Análisis de variables dasométricas por Ha

El análisis estadístico para las principales variables dasométricas en cada año de la evaluación, se muestra el comportamiento de los parámetros en el tiempo.

El volumen por hectárea, presento diferencias estadísticas durante los años 2010 y 2011, el mejor promedio fue para Valencia, mientras Quevedo fue el promedio más bajo. Para el año 2012 las localidades se comportaron estadísticamente iguales, como se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5: El análisis de la varianza para la variable volumen por ha, en los años 2010, 2011 y 2012 en las localidades Valencia, Mocache y Quevedo

Localidades	Años		
	2010	2011	2012
Valencia	95,01 a	133,78 a	162,42 a
Mocache	71,86 ab	99,97 ab	128,39 a
Quevedo	54,28 b	80,05 b	109,95 a
CV (%)	19,37	17,98	17,23

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes Duncan ($p \leq 0,05$)

El área basal por hectárea (Tabla 6), presento diferencias estadísticas durante los años 2010, 2011 y 2012, el mejor promedio fue para Valencia, mientras Quevedo fue el más bajo.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

Tabla 6: Análisis de la varianza para la variable área basal por ha, en los años 2010, 2011 y 2012 en las localidades Valencia, Mocache y Quevedo

Localidades	Años		
	2010	2011	2012
Valencia	12,87 a	15,45 a	17,82 a
Mocache	9,71 ab	11,79 ab	13,74 ab
Quevedo	8,40 b	10,38 b	12,27 b
CV (%)	8,4	8,58	8,37

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes Duncan ($p \leq 0,05$)

Las Figuras 6, 7 y 8 para el área basal muestran a Valencia como el mejor promedio para los años 2010, 2011 y 2012 y Quevedo presentó menor rendimiento por ha.

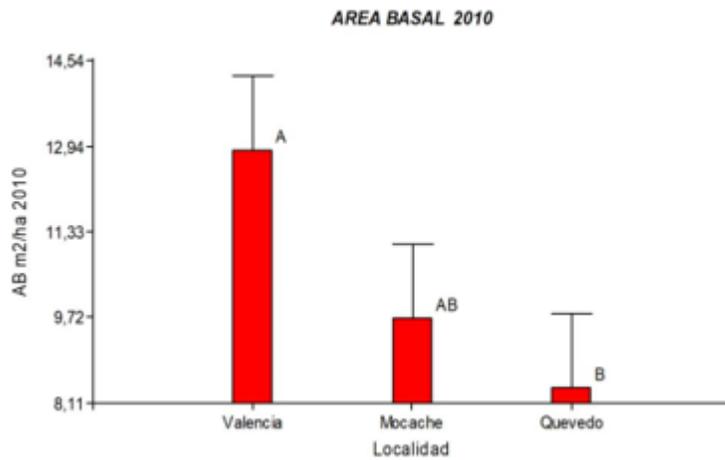


Figura 6: Diagrama de caja para el área basal por hectárea 2010

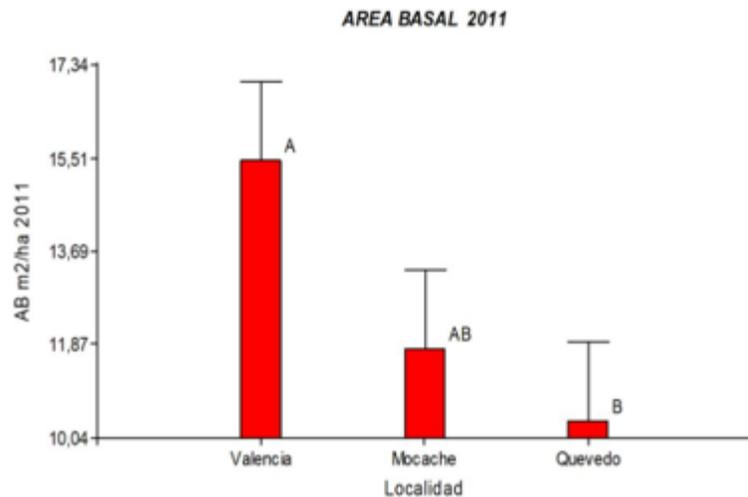


Figura 7: Diagrama de caja para el área basal por hectárea 2011

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN LOS CANTONES QUEVEDO, MOCACHE Y VALENCIA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

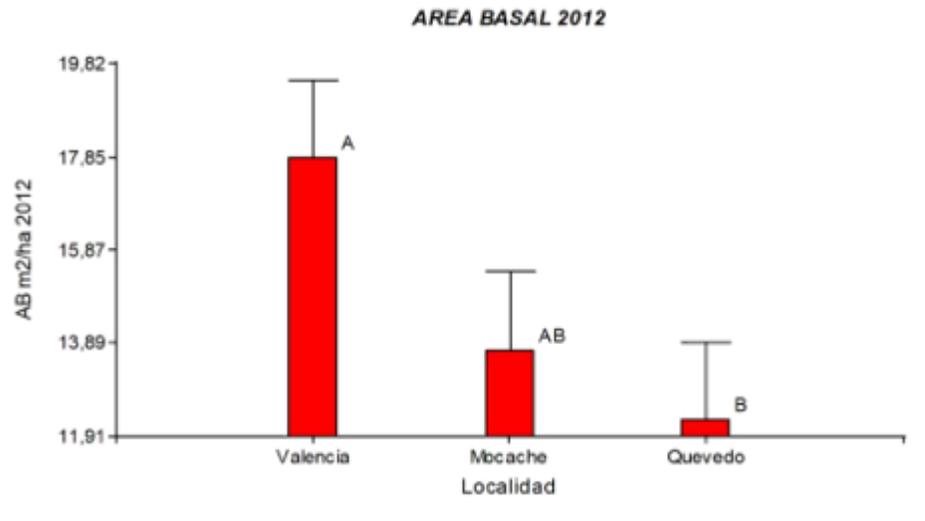


Figura 8: Diagrama de caja para el área basal por hectárea 2012

Las Figuras 9, 10 y 11 muestran a Valencia como el mejor promedio para los años 2010 y 2011, mientras que Quevedo obtuvo menor rendimiento por ha. Para el año 2012 no presentan diferencias estadísticas para ninguna de las tres localidades.

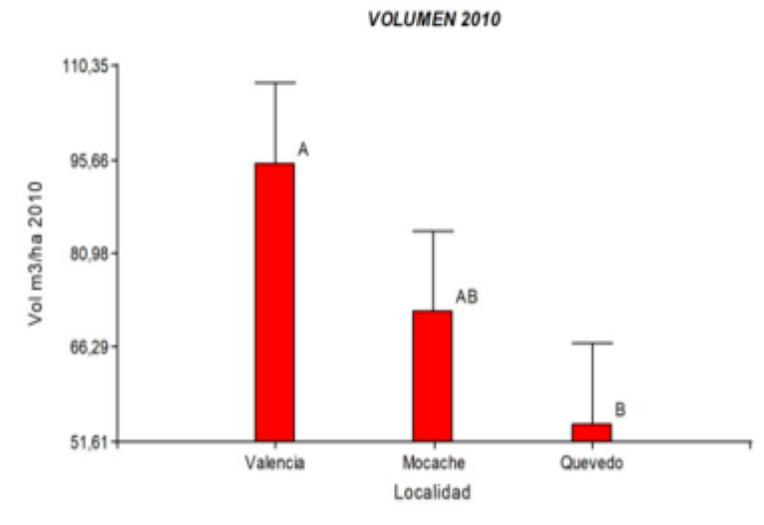


Figura 9: Diagrama de caja para el volumen por hectárea 2010

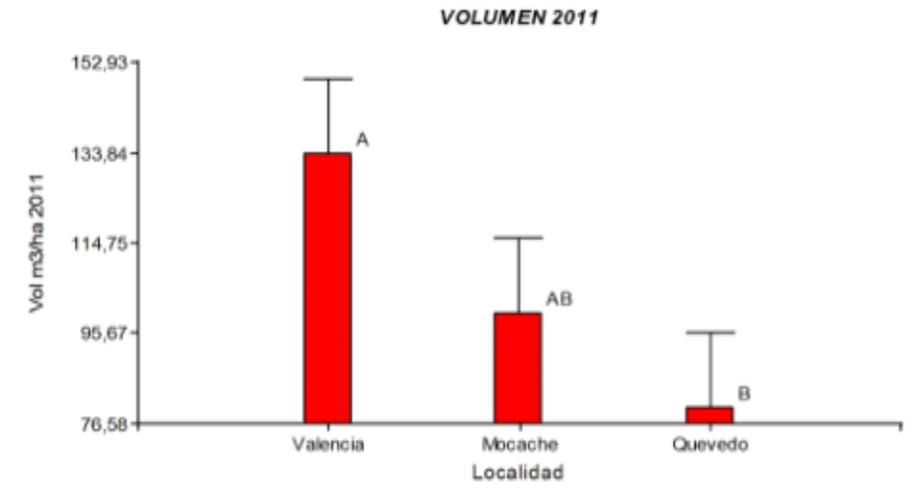


Figura 10: Diagrama de caja para el volumen por hectárea 2011

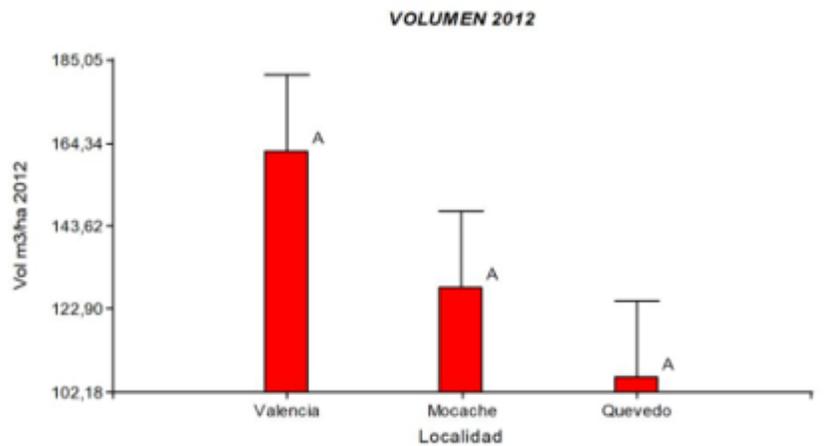


Figura 11: Diagrama de caja para el volumen por hectárea 2012

Discusión: El análisis de crecimiento y productividad efectuado en *Tectona grandis* L.f., permitió evaluar el estado actual de las plantaciones. Se evaluaron tres localidades, siendo la productividad, expresada en IMA en volumen total, la variable que expresa valores prácticos para interpretar en el crecimiento de *T. grandis* L.f., Las diferencias estadísticas encontradas en las variables evaluadas sugieren que el suelo y el clima son factores determinantes en el rendimiento de *T. grandis* en las localidades evaluadas, puede ser debido como lo reportan Vásquez y Ugalde (22), a varios factores como: a la falta de un mayor número de parcelas que fueran más representativas de las diferentes condiciones de sitio; el hecho de que las variables de suelo, cambian a veces en micrositos, aún dentro de una misma plantación. Las variables de sitio y

suelo, al analizarlas en conjunto, pueda que la influencia de ellas sea diferente y difícil de interpretar. Por ejemplo, la interacción de diferentes altitudes y precipitaciones con diferentes calidades de suelos, y la variación en los cuidados y el manejo de las plantaciones de la misma especie, así como, la posible variación en el material genético utilizado.

La falta de información en cuanto a las variables climáticas; Temperatura, horas luz, precipitación y humedad relativa, por cada localidad evaluada hacen difícil la atribución de los resultados más relevantes a unas u otras variables en específico. El IMA para el diámetro de las localidades Valencia, Quevedo y Mocache va de 2,89 a 2,29 cm a los 6 años de edad, lo que contrasta con Ojeda (12) quien manifiesta que, el incremento medio anual para el diámetro es de 2,04 cm a los 8 años de edad, en la Hacienda Zulema, perteneciente al cantón Buena Fe de la provincia de Los Ríos. Asimismo, para plantaciones de 6 años en Guatemala (17) reportaron IMA DAP de 2.82 cm/año y una altura total de 2.03 m/año-1 respectivamente, al igual que (18) en Ecuador, con IMA DAP y altura de 2.89 cm/año y 2.63 m/año respectivamente. Con base en estos resultados, se puede afirmar que las plantaciones registran rangos adecuados para producción maderable. Los rendimientos para el IMA volumen en Valencia, Mocache y Quevedo, son de 25, 19 y 15 m³/ha/año respectivamente a los 6 años de edad, son claramente superiores a lo manifestado por Proaño (9) quien presenta datos de rendimiento en la provincia del Guayas, para teca de 13 años de edad de 9,22 m³/ha/año.

Esta evaluación permite mostrar lo indispensable que es la elección de los sitios con el fin de tener éxito en los proyectos de reforestación. Las plantaciones establecidas en sitios de productividad baja perfilan como proyectos que van a fracasar, debido a que presentan crecimientos y rendimientos muy por debajo de los esperados por los productores forestales, teniendo como resultado una pérdida de recursos, para el estado en el caso de proyectos de incentivos forestales y para el propietario en el caso de proyectos de reforestación privados.

Según (13) los requerimientos ecológicos para el óptimo crecimiento de la teca están asociados a temperaturas de 22-32 °C, precipitaciones de 1500-4000 mm, a 0-500 m de altitud, suelos profundos con un buen drenaje y pH de 6.0-7.5. Además, (9) mencionan que un factor climático importante para el adecuado crecimiento de la teca es el periodo seco de 3 y 5 meses. La evaluación de datos ecológicos y edáficos en la plantación de Puerto Sungaro indica que esta fue establecida bajo condiciones apropiadas para el crecimiento de la especie, la cual reporta valores de mortalidad (5-16 %) similares a los encontrados (2), en plantaciones de tres años en Cuba (5-18 %).

CONCLUSIONES

Se acepta la hipótesis planteada, ya que la localidad de Valencia presenta el mayor crecimiento dasométrico para *Tectona grandis* L. f., en comparación con Mocache y Quevedo. El Incremento Medio Anual (IMA) del volumen en Valencia fue significativamente superior, alcanzando 25,86 m³/ha/año.

El IMA para el área basal también mostró diferencias significativas entre las localidades evaluadas. Valencia nuevamente obtuvo el mayor IMA para el área basal con 3,09 m²/ha/año, destacándose como la localidad con mejor rendimiento en esta variable.

Aunque el IMA para la variable altura no presentó diferencias significativas entre las localidades, las variables dasométricas de volumen y área basal mostraron diferencias estadísticas significativas durante los tres años de evaluación. Valencia mantuvo consistentemente los mayores valores en estas variables, mientras que Quevedo obtuvo los resultados más bajos.

El IMA para el diámetro a la altura del pecho (DAP) presentó diferencias significativas entre las localidades, con Valencia mostrando los mayores incrementos y Quevedo los menores. En cuanto al volumen medio, Valencia tuvo el mejor promedio con 77,58 m³/ha, destacando una vez más su superioridad en el crecimiento dasométrico de *Tectona grandis* L. f.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarado A, Fallas J. La saturación de acidez y el encalado sobre el crecimiento de la teca (*Tectona grandis* L. f) en suelos ácidos de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* [Internet]. 2004;28(1):81-87. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/436/43628108.pdf>
2. Batista E. G. Evaluación del crecimiento de las Plantaciones de *Tectona grandis* L. f en la Unidad Silvícola Mayarí. *Revista Cubana de Ciencias Forestales* [Internet]. 2017. 5(3):330–9. Available from: <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/180/html>
3. Betancourt A. *Silvicultura especial de árboles maderables tropicales* [Internet]. Habana, Cuba. Editorial Científico-Técnica; 1987. 427 p. Available from: <https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/11544>
4. Calles R. *Árboles forestales exóticos en la Commonwealth británica* [Internet]. Editorial Clarendon Press; 1962. 765 p. Available from: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19620605013>
5. Centeno J. C. *Manual para productores de Teca (*Tectona grandis* L. F)., en Costa Rica, Heredia* [Internet]. 2003. 117 p. Available from: <https://www.fonafifo.go.cr/media/1332/manual-para-productores-de-teca.pdf>
6. Cháves E, Fonseca W. *Teca: *Tectona grandis*: L. f especie de árbol de uso múltiple en América Central (Vol. 11). Bib. Orton IICA/CATIE. Serie técnica, Informe técnico 179* [Internet]. 1991. 47 p.
7. Gutiérrez E, Moreno R, Villota N. *Guía de cubicación de madera. Corporación Autónoma Regional del Risaralda–CARDER. Pereira, Colombia* [Internet]. 2013. 12-44 p. Available from: <https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2020-04/07.%20GUIA%20DE%20CUBICACION%20DE%20MADERA.pdf>
8. Hernández J, Aguirre ÓA, Alanís E, Jiménez J, Treviño EJ, González MA, Domínguez LA. *Dinámica del crecimiento de un bosque templado bajo manejo en el noroeste de México. Madera y bosques* [Internet]. 2018;24(2). Available from: <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421767>

9. Kraenzel M, Castillo A, Moore T, Potvin C. Carbon storage of harvest-age teak (*Tectona grandis*) plantations, Panama. *Forest Ecology and Management*. 2003. (1-3):213–25. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00002-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00002-6)
10. Martínez H. Teca (*Tectona grandis* L. f.): condiciones para su cultivo “Fomento de la reforestación comercial para la mejora y conservación de las reservas de carbono” Fondo Nacional de Financiamiento Forestal Forest Monitoring System for REDD+ Costa Rica. [Internet]. 2015. 77 p. Available from: https://www.onfcr.org/wp-content/uploads/media/uploads/documents/ff_5_teca.pdf
11. Nair T, Souvannavong O. Nuevos temas de investigación en la ordenación de la teca. *Unasylva* (FAO) [Internet]. 2000;51(201): 3-13 p.
12. Ojeda M. Determinación del índice de sitio en tres Plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) de la Compañía Reybanpac Reybanano del pacífico CA [Internet]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2012. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1825>
13. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). *Ecocrop, Data-base of Crop Constraints and Characteristics*. FAO. 2022. Available from: <https://ecocrop.review.fao.org/ecocrop/srv/en/dataSheet?id=2054>
14. Proaño E. Identificación de la calidad de sitio, utilizando el incremento medio anual en un cultivo de rebrote de teca en a la hacienda tecal robusta [Internet]. Escuela Superior Politécnica del Litoral; 2007. 62 p.
15. Prodan M, Peters R, Cox F, Real P. *Mensura Forestal*. San José, Costa Rica. Serie investigación y educación de desarrollo sostenible. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura (IICA)/BMZ/GTZ [Internet]. 1997. 586 p. Available from: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/15038>
16. Rodríguez A. 1997. Desarrollo de un Sistema Matemático en la Elaboración de Planes De Manejo Sostenible en la Sierra la Primavera, Jalisco [tesis final de máster en Internet]. [México]: Universidad Autónoma de Nuevo León; 1997. 146 p. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/76596678.pdf>
17. Sabino M, Ángel M, Fernando Muñoz Sáez. Caracterización del crecimiento de plantaciones jóvenes de teca (*Tectona grandis* Linn f.) y estimación de curvas de índice de sitio en el área septentrional de la República de Guatemala. *Madera bosques/Madera y bosques*. 2016. 22(2):89–103. Available from: <https://doi.org/10.21829/myb.2016.2221327>
18. Sánchez N. Y. Determinación del incremento medio anual (IMA) de *Tectona grandis* Lf (teca) proveniente de trece fuentes semilleras en la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), provincia de Manabí. [tesis final de grado en Internet]. [Ecuador-Quevedo]: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2021. Available from: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6528>
19. Vallejos O. Productividad y relaciones del índice de sitio con variables fisiográficas edafoclimáticas y foliares para *Tectona grandis* LF, *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand y *Gmelina arborea* Roxb. en Costa Rica. Productivity and relationships of the index of site with physiographics, edafoclimatic and foliar variable for *Tectona grandis* LF, *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand and *Gmelina arborea* Roxb [Internet]. CATIE, Turrialba (Costa Rica); 1996. Available from: <http://dspace.utralca.cl/handle/1950/3470>

20. Vasquez C, Sulca K, Cuellar E. "Crecimiento, productividad e índices silviculturales en plantaciones juveniles de *Tectona grandis* L. f. en Perú." *Colombia forestal* 26.1 (2023): 79-91. Available from: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/19158>
21. Vasquez Miño C. T, Sulca Gamboa K, Cuellar Bautista E. Crecimiento, productividad e índices silviculturales en plantaciones juveniles de *Tectona grandis* L. f. en Perú. *Colomb. for.* [Internet]. 1 de enero de 2023 [citado 18 de junio de 2024];26(1):79-91. Available from: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/19158>
22. Vásquez W, Ugalde L. Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinata* y *Pinus caribaea* en Guanacaste, Costa Rica. Informe final. Convenio de Cooperación Proyecto Forestal Chorotega (IDA/FAO) [Internet]. Proyecto Madelaña-3 (CATIE); 1994. 13 p. Available from: https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3819/Reendimiento_y_calidad_de_sitio_informe_final.pdf?sequence=1
23. Véliz F. Determinación del Incremento Medio Anual (IMA) e índice de sitio de diferentes especies forestales en el bosque protector Prosperina-ESPOL. [tesis final de grado en Internet]. [Ecuador-Guayaquil]: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2010. Available from: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/31656/1/D-79037.pdf>