

# CRECIMIENTO DE *Cedrela odorata* L., Y *Tectona grandis* L., EN UN SUELO FLUVISOL HÁPLICO; MODELO PARA CALCULAR SU VOLUMEN COMERCIAL

GROWTH OF *Cedrela odorata* L., AND *Tectona grandis* L., IN AN HAPLIC FLUVISOL SOIL; MODEL TO CALCULATE ITS COMMERCIAL VOLUME

Wilson-Bibiano, Y.V.<sup>1,2</sup>; Obrador-Olán, J.J.<sup>2\*</sup>; Palma-López, D.J.<sup>2</sup>; García-López, E.<sup>2</sup>; Sol-Sánchez, A.<sup>2</sup>; Carrillo-Ávila, E.<sup>3</sup>; Camacho-Chiu, W.<sup>4</sup>; Valdez-Hernández, J.I.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de la Maestría en Ciencias Producción Agroalimentaria en el Trópico. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina S/N Carr. Cárdenas-Huimanguillo km 3.5. CP. 86500. H. Cárdenas, Tabasco, México. <sup>3</sup>Campus Campeche-CP. Carretera Haltunchén – Edzná, km. 17.5. C.P. 24450. Sihochac, Champotón, Campeche, México. <sup>4</sup>Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria-Secretaría de Educación Pública, Av. Paseo Usumacinta 1036, Gil y Saenz, CP. 86050. Atasta, Villahermosa, Tabasco, México. <sup>5</sup>Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo Carret. México-Textcoco Km 36.5. CP. 56230. Montecillo, Estado de México.

\*Autor para correspondencia: obradoro@colpos.mx

## RESUMEN

Mejorar la eficiencia de extracción de los rodales forestales requiere de un método confiable para estimar los volúmenes de madera, los cuales, de manera general, pueden calcularse a partir del diámetro normal (DAP) y la altura total de la plantación, sin importar las características morfológicas de los fustes. Partiendo de la necesidad de contar con información que permita hacer una estimación más precisa en especies de importancia comercial en Tabasco, México, se evaluó durante un año el crecimiento y desarrollo de dos plantaciones juveniles con 58 y 44 árboles de cedro y teca (*Cedrela odorata* L., y *Tectona grandis* L.), respectivamente, haciéndose además un perfil para clasificar el suelo que resultó ser un Fluvisol Háplico. Las mediciones dasométricas se realizaron en las tres épocas del año: norte, seca y lluvia. El modelo de volumen comercial se determinó partiendo de un estudio previo. Los parámetros en estudio fueron analizados bajo un diseño completo al azar. El incremento promedio anual en altura de cedro y teca fue de 1.9 m y 3.2 m, siendo mayor (0.88 y 1.47 m) y diferente en la época de lluvia ( $p < 0.01$ ). Ningún otro parámetro mostró diferencia estadística. Las ecuaciones para estimar los volúmenes comerciales de madera para cedro y teca fueron:  $y = -0.19415 + 0.01698*(DN)$ ,  $y = -0.22051 + 0.01877*(DN)$ , respectivamente.

**Palabras clave:** dasometría, volumen de madera, maderas tropicales.

## ABSTRACT

Improving the efficiency of the extraction of forest stands requires a reliable method to estimate the timber volumes, which, in general, can be calculated from the normal diameter (DAP) and the total height of the plantation, regardless of the morphological characteristics of the shafts. Stemming from the need of having information that allows making a more precise estimation in species of commercial importance in Tabasco,

**Agroproductividad:** Vol. 10, Núm. 12, diciembre. 2017. pp: 43-49.

**Recibido:** junio, 2017. **Aceptado:** octubre, 2017.

México, the growth and development of two juvenile plantations with 58 and 44 cedar and teak (*Cedrela odorata* L. and *Tectona grandis* L.) trees, respectively, was evaluated during a year, in addition making a profile to classify the soil that turned out to be an Haplic Fluvisol. The dasometric measurements were carried out in the three seasons of the year: north, dry and rainy. The model of commercial volume was determined based on a previous study. The parameters of study were analyzed under a completely random design. The annual average increase in cedar and teak height was 1.9 m and 3.2 m, being higher (0.88 and 1.47 m) and different during the rainy season ( $p < 0.01$ ). No other parameters showed statistical difference. The equations to estimate the commercial volumes of timber for cedar and teak were:  $y = -0.19415 + 0.01698*(DN)$ ,  $y = -0.22051 + 0.01877*(DN)$ , respectively.

**Keywords:** dasometry, timber volume, tropical woods.

nes. El drenaje superficial es normal. El material parental en la plantación es un aluvión estable del Cuaternario Holoceno (Palma *et al.*, 2007).

### Descripción taxonómica de la unidad de suelo

Para la descripción del perfil de suelo se realizó una calicata de 1.50 m de profundidad de acuerdo al manual y la metodología de Cuanalo (1990). Para deducir la unidad de suelos se recurrió a la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (IUSS Working Group WRB, 2015), los análisis para clasificación se hicieron con base a la Norma Oficial Mexicana (SEMARNAT, 2002). La plantación de cedro y teca fue de 12 años y con una superficie de 10 ha. El distanciamiento de las plantas en varios puntos fue irregular, pero en general estuvo en 3x3 m. La parcela de estudio de cedro constó de 6,840 m<sup>2</sup> con 299 árboles, 58 de los cuales fueron evaluados y ocupaban una superficie de 1,390 m<sup>2</sup>, estimándose un número de 438 árboles ha<sup>-1</sup>, cuya altura dominante dentro de la plantación fue 18.5 m. El área de estudio de la parcela de teca constó de 5,501.65 m<sup>2</sup> con un total de 304 árboles, 44 fueron utilizados para el estudio y ocuparon 796.3 m<sup>2</sup> en superficie, se estimó un total de 553 árboles ha<sup>-1</sup>, con una altura dominante de 23.4 m. Para estimar el crecimiento se realizó, primeramente, un muestreo piloto para determinar el tamaño de la muestra, a través de la fórmula (Infante, 1997):

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 l_n^2}{Nd^2 + Z_{\alpha/2}^2 l_n^2}$$

Resultando en 58 árboles de cedro y 44 de teca, suficientes estadísticamente, los cuales fueron elegidos

## INTRODUCCIÓN

La composición mineral del suelo está representada por el contenido de N, P, K, Ca y otros elementos que constituyen los factores principales que determinan el crecimiento y desarrollo de las especies maderables tropicales, además el nivel de precipitación, que es indispensable para el buen desarrollo de los árboles, permite obtener fustes de la calidad requerida para lograr un buen valor en el mercado (Peña, 1996; Galicia *et al.*, 1999). Algunas de las especies de mayor valor comercial, entre las que destacan el cedro (*Cedrela odorata* L.), la caoba (*Swietenia macrophylla* King) y la primavera (*Tabebuia donell-smithii* Rose), requieren mayor especificidad de condiciones climáticas; la presencia de agua es vital para obtener un crecimiento y desarrollo óptimo, ya que se requiere de humedad constante para mantener su ritmo de crecimiento (Kaosaard, 1981). En el sector forestal es necesario conocer la cantidad de árboles en pie y el volumen de madera que representan, aspecto que es difícil calcular a simple vista, por lo que resulta importante contar con metodologías que permitan hacer estimaciones donde puedan relacionarse las características del árbol, medidas en campo con el volumen de madera (Rice *et al.*, 2001). Los métodos más recurrentes para estimar el volumen de madera en pie son 1) mediante el factor de forma o coeficiente mórfico y 2) por ecuaciones o tablas de volumen (Pece *et al.*, 2002). Bajo esta perspectiva, este trabajo tuvo como finalidad evaluar el crecimiento y desarrollo de dos especies forestales: cedro (*Cedrela odorata* L.) y teca (*Tectona grandis* L. Fosberg) en una plantación de 12 años, así como generar una ecuación de volumen de fuste limpio para cada especie. Partiendo de las hipótesis de que el incremento en diámetro de los árboles de cedro y teca será mayor en la época de lluvia, y que la variable DAP será suficiente para generar la ecuación que permitirá inferir el volumen de madera para ambas especies.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las plantaciones de cedro y teca se encuentran establecidas en la ranchería Río Seco y Montaña del municipio de Huimanguillo, Tabasco (17° 57' 35" N y 93° 22' 30" O), a una altitud de 10 a 15 m. El relieve es plano con algunos dre-

al azar; en ellos se evaluaron las siguientes características dasométricas: altura total, altura de fuste limpio y diámetro a la altura del pecho (DAP) en cuatro ocasiones, la primera en septiembre de 2006, y tres más al finalizar cada época climática: de nortes, seca y lluvias. En cuanto a la determinación del modelo de volumen comercial de madera, el procedimiento consistió en tomar 15 árboles al azar de cada especie, donde a cada árbol se le dividió el fuste limpio en secciones de un metro de longitud y a cada sección se le midió el diámetro superior y el diámetro inferior, determinando con esto el volumen de cada troza mediante la siguiente fórmula (Valdez, 2004):

$$V = \left[ \frac{P_i * h}{12} \right] (D^2 + Dd + d^2)$$

Donde:  $P_i$  es el equivalente a 3.1416,  $h$  es la altura de cada troza,  $D^2$  el diámetro de la parte mas ancha o inferior y  $d$  el diámetro del extremo mas angosto o superior de la troza.

El volumen total se obtuvo de la suma del volumen de cada sección del árbol. La ecuación de volumen es un sistema simple de aplicar y tiene la ventaja de eliminar la necesidad de medir altura, que muchas veces es lento, tedioso y no tan exacto. Pero debe tomarse en cuenta que sólo es aplicable para esa especie y para esa región en particular. La respuesta en crecimiento y desarrollo (variables): altura total, altura del fuste limpio y diámetro normal para cada especie, fueron analizadas bajo un diseño completamente al azar (DCA), cada árbol se consideró como una repetición, mismas que estuvieron condicionadas por el muestreo piloto. Los tratamientos

considerados para el presente trabajo fueron las diferentes épocas del año. El paquete estadístico utilizado fue el SAS v. 6.1 (2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La unidad de suelos encontrada correspondió a un Fluvisol Háplico (Figura 1) característico de vega de río, de alta fertilidad química sobre todo en lo que respecta a sus contenidos de bases de intercambio y física por ser suelos francos, con densidad aparente que permite un buen movimiento de agua buen drenaje superficial, son aluviones estables del Cuaternario Holoceno (Palma *et al.*, 2007).

### Crecimiento y desarrollo de cedro

El diámetro del cedro mostró una distribución normal en cuanto a la frecuencia de individuos por clase (Figura 2), se observaron tres patrones de comportamiento: pocos individuos se ubicaron en las clases diamétricas extremas (la menor y la mayor), en tanto que en las intermedias estuvo la mayor parte. La clase 12 a 16 cm conformada por muy pocos individuos pudo ser resultado de que al inicio de la plantación murieron árboles, que fueron replantados y que, por diferencia de crecimiento, fueron suprimidos por la sombra de los árboles cercanos de mayor altura. Lo anterior se relaciona con el hecho de que el cedro es una especie heliófila y requiere de mucha energía solar para crecimiento y desarrollo (Martins *et al.*, 2003).

Las clases diamétricas 16 a 20, y 20 a 24 cm mostraron el comportamiento medio de la plantación, es decir, se espera que todos los individuos de esas clases, que sumaron 65 %, lleguen a su turno final de manera simultánea. El mayor grosor del último grupo de árboles (mayor de 24 cm), puede deberse a que han tenido menor competencia por luz, por encontrarse situados cerca de la periferia de la plantación o porque a su alrededor hubo fallas o sitios vacíos. Al analizar el comportamiento de la altura (Figura 3) se observa una correlación entre el crecimiento de los árboles en el transcurso del año de evaluación, lo cual es mínimo tanto en altura total como en incremento de fuste limpio, pasando solo de 14.3 a 16.2 m y de 5.8 a 6.5 m; con incremento total de 1.9 y 0.7 m, respectivamente, y son valores cercanos a los reportados por Rodríguez *et al.* (2015). El mayor incremento en altura total (88 cm) se presentó en la época de lluvia, seguido de la de seca (66 cm) y norte (37 cm), lo que confirma la necesidad de agua que esta especie tiene para sostener un buen crecimiento y desarrollo (López *et al.*, 2001), por lo que el resultado es el que se esperaba en cuanto a que a mayor humedad, hay mayor crecimiento.

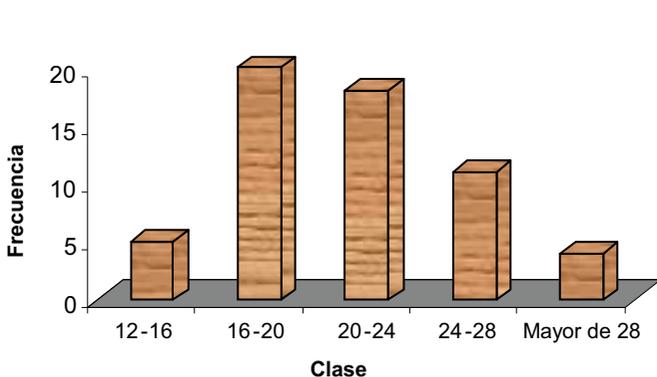
La relación entre el DAP y altura total, permite calcular el volumen de madera que hay en una plantación y estimar la evolución del desarrollo de los individuos para poder proyectar a futuro la cantidad de producto (madera) con que se contará. La Figura 4 muestra que en un año el cedro ganó 0.9 cm en grosor, mientras que en altura lo hizo en 1.9 m.

Derivado de las mediciones dasométricas realizadas durante un año, se pudo inferir el incremento en volumen de madera por hectárea que, para

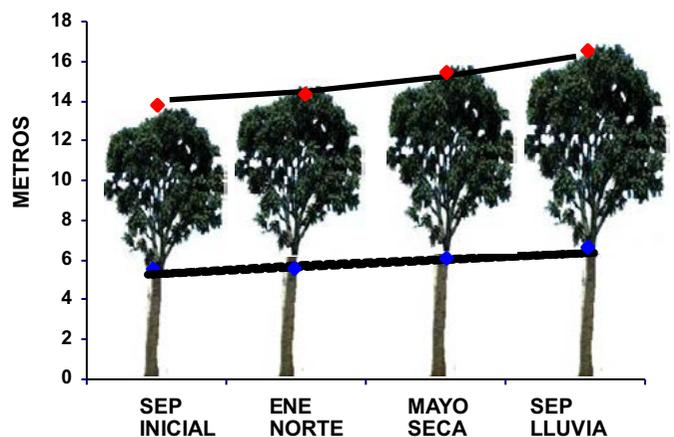
**Figura 1.** Descripción del Fluvisol Háptico (Éutrico, Arénico) en una plantación cedro de Huimanguillo, Tabasco, México.

Perfil	Horizonte	Profundidad (cm)	Características
	Ap	0-29	Transición a la siguiente capa en forma horizontal y tenue, ligeramente húmedo; color pardo 10 YR 4/3; estructura fuertemente desarrollada en bloques subangulares de tamaño finas, muy finas y medias; grumosas de tamaño fina; textura migajón arcillo arenoso; consistencia en húmedo ligeramente pegajoso y plástico; consistencia en seco ligeramente duro, cutanes de eluviación continuos delgados, ubicados en poros grandes y antiguos canales de raíces de naturaleza arcilla con humus; poros numerosos, micros, finos y muy finos, continuos, caóticos dentro y fuera de los agregados y tubulares; raíces abundantes, finas, delgadas y medias; permeabilidad rápida; fauna hormigas y lombrices.
	C1	29 a (50-64)	Transición ondulado y marcado; ligeramente húmedo; color pardo amarillento oscuro 10YR 4/6 con una mota grande compacta de lado derecho color pardo 10YR 4/3; estructura moderadamente desarrollada en bloques subangulares muy finos y finos; textura franca; consistencia en húmedo ligeramente pegajoso y ligeramente plástico; consistencia en seco ligeramente duro; cutanes de eluviación continuos, delgados, ubicados en poros grandes y antiguos canales de raíces de naturaleza arcilla con humus; poros numerosos, micros, finos y muy finos, continuos, caóticos dentro y fuera de agregados y tubulares; raíces comunes, finas, delgadas y medias; permeabilidad rápida; fauna hormigas y lombrices.
	C2	(50-64) a 93	Transición horizontal y tenue; ligeramente húmedo; color pardo amarillento 10 YR 5/4; sin estructura, granos sueltos; textura arena gruesa; consistencia en húmedo no pegajoso y no plástico; consistencia en seco suelto; poros numerosos, micros y muy finos, continuos, caóticos fuera de agregados e intersticiales; raíces comunes, finas y delgadas; permeabilidad muy rápida; sin fauna.
	C3	93-165	Ligeramente húmedo; color pardo amarillento claro 10YR 6/4; sin estructura (granos sueltos); textura arena fina; consistencia en húmedo no pegajoso y no plástico; consistencia en seco suelto; poros numerosos, micros y muy finos, continuos, caóticos fuera de agregados e intersticiales; raíces comunes, finas y delgadas; permeabilidad muy rápida; sin fauna y buen drenaje.

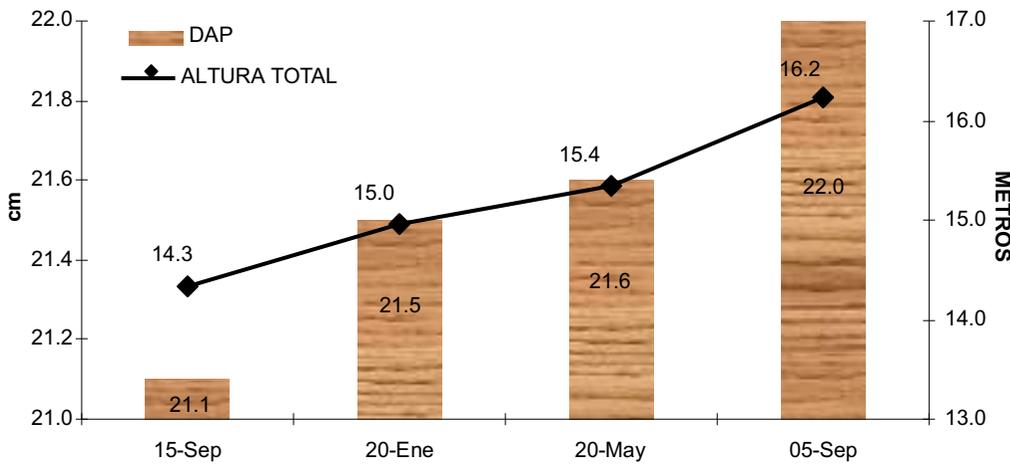
H	Arcilla	Limo	Arena	Textura	pH	M.O.	N	K	Ca	Mg	CIC	P Olsen mg Kg <sup>-1</sup>	C.O.S. ABS
	%				H <sub>2</sub> O 1:2	%	cmol(+) Kg <sup>-1</sup>						
Ap	19	17	64	Migajón arenoso	5.46	1.79	0.07	0.64	4.69	1.74	9.33	18.8	0.39
C1	15	16	69	Migajón arenoso	5.66	0.56	0	0.56	10.3	3.88	14.5	8.53	0.12
C2 y C3	7	4	89	Arena	6.55	0.11	0	0.15	3.29	1.88	6.22	3.82	0.02



**Figura 2.** Distribución de clases diamétricas en una plantación de cedro (*Cedrela odorata* L.) de 12 años.



**Figura 3.** Comportamiento del aumento en altura total, y altura de fuste limpio a lo largo de un año en una plantación de *Cedrela odorata* L. de 12 años.



**Figura 4.** Comportamiento y relación del DAP y altura a lo largo de un año en una plantación de *Cedrela odorata* L. de 12 años.

el año de estudio fue de 7.6 m<sup>3</sup>. Esta información permite saber que el crecimiento y desarrollo del cedro en estudio son considerados como buenos, siendo similares a los reportados por Montenegro *et al.* (1997) quienes en una plantación de 13 años de edad en Honduras reportaron un IMA DAP de 2.13 cm y un IMA altura de 1.15 m, muy similares a los obtenidos en este estudio (Cuadro 1).

### Ecuación de volumen para cedro

Los resultados del análisis de cedro se muestran en la Figura 5, observándose una distribución normal; y el valor de R<sup>2</sup> permite afirmar que los datos de la variable DAP determinan en 96 % el volumen que alcanza un árbol. Al incorporarlos a la ecuación se puede afirmar que habrá aumentos en el volumen de madera de 0.01698 m<sup>3</sup> por cada unidad que incremente el diámetro del árbol. No obstante que el cedro tiene una alta tasa de asimilación de carbono, debe tenerse en cuenta que su tasa transpiratoria es alta y que en sitios con deficiencia hídrica el sistema forestal será ineficiente (López *et al.*, 2001).

### Crecimiento y desarrollo en teca

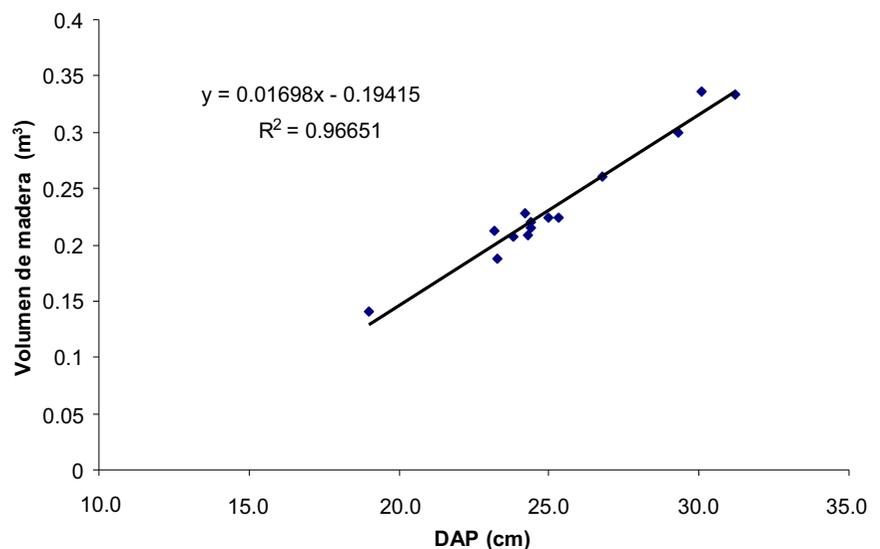
El crecimiento y desarrollo de la teca mostraron el comportamiento conocido como "J invertida", donde la mayor cantidad de individuos (77%) se ubicó en las clases diamétricas menores y el

resto dentro en las clases de mayor diámetro (Figura 6). En este caso, 20.4% correspondió a la clase 25 a 28 cm, mientras que solo un individuo (2.2%) representó a la 28 a 31 cm. Este comportamiento puede deberse a que la plantación no ha tenido aclareos para disminuir la densidad, árboles que no pudieron engrosar lo suficiente. La Figura 7 muestra la correlación entre el crecimiento de los árboles en el transcurso del año de evaluación, donde la altura total pasó de 18.3 a 21.5 m, teniendo un incremento de 3.2 m,

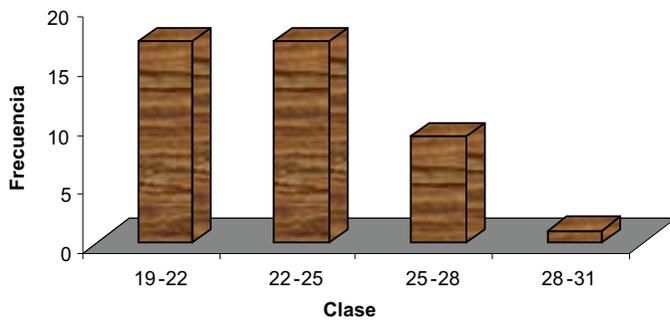
curso del año de evaluación, donde la altura total pasó de 18.3 a 21.5 m, teniendo un incremento de 3.2 m,

**Cuadro 1.** Resumen dasométrico para *Cedrela odorata* L. en plantación de 12 años.

Característica	Valor	Característica	Valor
Prom. DAP (m) inicial	0.211	Prom. altura (m) inicial	14.325
Prom. DAP (m) final	0.220	Prom. altura (m) final	16.237
IMA DAP (cm)	2.10	IMA altura (m)	1.583
Relación Alt/DAP inicial	0.678	AB/área muestreada (m <sup>2</sup> )	2.299
Relación Alt/DAP final	0.738	AB/ha (m <sup>2</sup> )	16.467
Vol. total /parcela	53.64		
Vol. total /ha	78.42		
IMA vol/ha (m <sup>3</sup> /ha/año)	7.64		



**Figura 5.** Relación entre volumen de madera y DAP, a lo largo de un año en una plantación de *Cedrela odorata* L. de 12 años.



**Figura 6.** Distribución de clases diamétricas en plantación de *Tectona grandis* L. de 12 años.

mientras que la ganancia en altura de fuste limpio fue de 1.5 m, pues los datos muestran que pasó de 6.9 a 8.4 m.

La relación entre el DAP y la altura total permitió estimar el volumen de madera con que cuenta la plantación, considerando que la ganancia en grosor fue de 0.7 cm y el incremento en altura fue de 3.2 m (Figura 8).

Derivado de las mediciones dasométricas se calcularon los datos que se muestran en el Cuadro 2, el incremento en volumen de madera de teca por hectárea en el año de estudio fue de 11.87 m<sup>3</sup>, por lo que el crecimiento y desarrollo de la plantación de teca se consideran buenos si se comparan con los 8 a 23 m<sup>3</sup> reportados para plantaciones de 12 años (Keogh, 1979). La plantación en estudio mostró una altura que varió entre 18 y 21 m, lo que sugiere que la clase de sitio de la parcela experimental fue buena.

**Ecuación de volumen para teca**

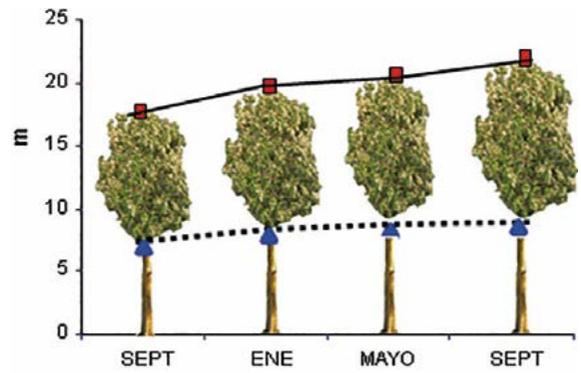
La Figura 9 muestra que los datos de teca analizados guardan una correlación de 0.92, por lo que se puede afirmar que, al igual que en cedro, cuantificar la variable DAP es suficiente para inferir el volumen de madera con la ecuación:

$$y = -0.22051 + 0.01877 * (DAP)$$

Así, por cada unidad que aumente el diámetro del árbol, el volumen de madera incrementará 0.220 m<sup>3</sup>.

**CONCLUSIONES**

El crecimiento de cedro y teca en un suelo Fluvisol Háplico está en el intervalo de lo reportado para otros sitios y se sucede mayormente durante la época de lluvia para ambas especies. Considerando que las plantaciones en este estudio todavía



**Figura 7.** Comportamiento del incremento en altura total y altura de fuste limpio a lo largo de un año en una plantación de *Tectona grandis* L. de 12 años.

son jóvenes y por tanto, aún están en una etapa de rápido crecimiento, las fórmulas de volumen generadas con este trabajo debieran ser usadas solo para los primeros 15 años de edad, pues se corre el riesgo de sobreestimar el volumen de madera en plantaciones mayores, puesto que en el rango de 15 a 20 años su crecimiento tiende a estabilizarse y ser lento.

**LITERATURA CITADA**

Cuanalo de la C.H. 1990. Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo. 3ª ed. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados. Chapingo. 40 p.

Galicia J. López B. L. Zarco A. A. E. Filips V. and García O. F. 1999. The relationship between solar radiation interception and soil water content in a tropical deciduous forest in Mexico. *Catena* 36: 153-164.

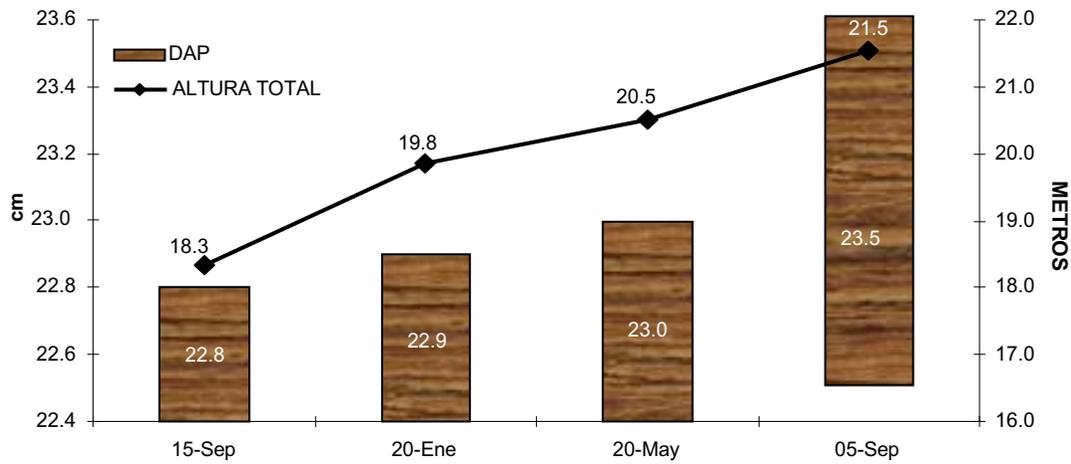
IUSS Working Group WRB. 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma.

Kaosaard A. 1981. Teak (*Tectona grandis* L.F.), its natural distribution and related factors. *Natural History Bulletin of the Siam Society* 19: 55-74.

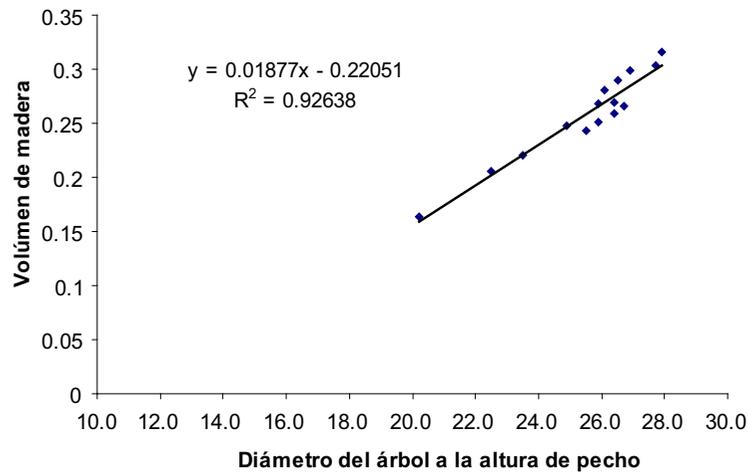
Keogh R.M. 1979. Does teak have a future in tropical America? *Unasylva* 31(126): 13-19.

**Cuadro 2.** Resumen dasométrico para la teca en una plantación de 12 años.

Característica	Valor	Característica	Valor
Prom. DAP (m) inicial	0.228	Prom. Altura (m) inicial	18.330
Prom. DAP (m) final	0.235	Prom. Altura (m) final	21.527
IMA DAP (m)	0.023	IMA altura (m)	2.098
Relación Alt/DAP inicial	0.805	AB/parcela (m <sup>2</sup> )	1.928
Relación Alt/DAP final	0.917	AB/ha (m <sup>2</sup> )	24.217
Vol.Total /parcela	66.99		
Vol. Total /ha	121.76		
IMA Vol/ha (m <sup>3</sup> /ha/año)	11.87		



**Figura 8.** Comportamiento y relación del DAP y altura a lo largo de un año en una plantación de *Tectona grandis* L. de 12 años.



**Figura 9.** Relación entre volumen de madera y DAP, a lo largo de un año en una plantación de *Tectona grandis* L. de 12 años.

López J.C. Néstor M.R., Yamel L.F. 2001. Características fotosintéticas de cinco especies forestales. Simposio internacional medición y monitoreo de captura de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia. 8 pp.

Martins M.M.N. Watzlawick L.F. Schoeninger E.R., Minoru Y.F. 2003. Classificação ecológica das espécies arbóreas. Ciências Agrárias e Ambientais Curitiba 1(2): 69-78.

Montenegro J. Ramírez G., Blanco H. 1997. Evaluación del establecimiento y crecimiento inicial de seis especies maderables asociadas con café. Agroforestería en las Américas 4(13): 14-20.

Palma L. D.J. Cisneros D.J. Moreno C. E., Rincón R.J.A. 2007. Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable. Colegio de Postgraduados - ISPROTAB - FUPROTAB. Villahermosa. 197 p.

Pece M.G., Gaillard de Benitez C., de Galindez M.J., Ríos N.A. 2002. Tabla de volumen de doble entrada para álamos de la zona de riego de Santiago del Estero, Argentina. Revista de Ciencias Forestales Quebracho 9: 95-105.

Peña J. 1996. Evaluación de las plantaciones de apamate "Método Caparo" mediante técnicas multivariantes. Rev. Forest. Venez. 40(2): 105 p.

Rice R.E. Sugal C.A. Ratay S.M., Fonseca G.A.B. 2001. Manejo forestal sostenible: revisión del saber convencional. Advances in Applied Biodiversity Science 3: 1-35.

Rodríguez G.M.R., López C.R., Martínez V.R., Hernández C.G., Sarmiento G.O. 2015. Respuesta del cedro (*Cedrela odorata* L.) a diferentes dosis de riego. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 24(4): 12-15.

SAS System. 2001. Version 8.1 of SAS Institute, Inc., Cary, NC.

SEMARNAT. 2002. Nom-021-SEMARNAT-2000 Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis, 2nd Sect. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Valdez-Hernández J.I. 2004 Manejo forestal de un manglar al sur de Marismas Nacionales, Nayarit. Madera y Bosques número especial 10(2): 93-104.