

CRECIMIENTO E INCREMENTO EN DIÁMETRO DE *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. EN BOSQUES SECUNDARIOS EN ESCÁRCEGA, CAMPECHE, MÉXICO

J. L. López-Torres;¹ J. C. Tamarit-Urias²

¹Investigador del INIFAP, Centro de Investigación Región Sureste

Campo Experimental China, km 15 Carretera Campeche - Pocyaxum; China, Camp. Correo-e: jlopetorre@yahoo.com

²Investigador del INIFAP, Centro de Investigación Región Centro

Campo Experimental San Martinito, km 56.5 carretera México - Puebla, 74100 Tlahuapan, Pue. Correo-e: tamarit.juan@inifap.gob.mx

RESUMEN

El Tzalám *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. en la región de Escárcega, Campeche, México, es la especie más abundante y con mayor importancia económica en bosques secundarios derivados de selva mediana subperennifolia, después haber sido intervenida mediante el sistema rosa-tumba-quema. El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento del crecimiento en diámetro de esta especie, en un periodo de 20 años de desarrollo. A partir de la variable diámetro normal ($d_{1.3}$), agrupada en categorías diamétricas, se estimaron los incrementos anuales medio, máximo y mínimo para cada categoría. Los resultados indican que en el escenario más ventajoso se requiere de 10.6 años para que los árboles pasen de categoría reserva a categoría aprovechable y, en promedio, es necesario de 21.5 años para alcanzar la misma condición. El incremento en diámetro fue, en promedio, de 0.511 cm y se clasifica como medio.

PALABRAS CLAVE: *lysiloma latisiliquum*, Tzalám, vegetación secundaria, selva mediana subperennifolia, crecimiento radial, distribución diamétrica.

GROWTH AND INCREMENT ON DIAMETER OF *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. IN SECONDARY FORESTS IN ESCARCEGA, CAMPECHE, MEXICO

SUMMARY

Tzalám *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. it is the most abundant species in Escarcega, Campeche, Mexico, being the most important economically species in secondary forests derived of a semi-evergreen tropical forest to have been intervened by means of the system slash-and-burn agriculture. The objective of this work is to analyze the behavior of the growth in stem diameter of this species in a 20 year period. Using the variable normal diameter ($d_{1.3}$) grouped on diametric classes. Annual increments mean, maximum and minimum for each category were considered. Results indicate that in the most advantageous scenario it is required 10.6 years so that the trees go from to profitable and on the average it takes 21.5 years to reach the same condition. The average increment in diameter it is of 0.511 cm and is classify as medium.

KEY WORDS: *lysiloma latisiliquum*, Tzalám, secondary vegetation, semi-evergreen tropical forest, radial growth, diametric distribution.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Zamudio y López (1999), los aprovechamientos forestales en la zona del sureste de México se han desarrollado, principalmente, sobre las especies de mayor interés económico. En la época de la colonia se inició el aprovechamiento de *Haematoxylum campechianum* (tinto), el cual fue de gran interés en Europa, para la industria textil como colorante. Posteriormente, se aprovecharon las especies preciosas

Cedrela odorata (cedro rojo) y *Swietenia macrophylla* (caoba), mismas que se extrajeron como una actividad tipo mina, sin importar el número de individuos dejados en pie como árboles porta semilla y mucho menos sus requerimientos silvícolas para asegurar su establecimiento, al grado que en la actualidad sólo es posible localizar alrededor de 0.2 a 0.5 árboles aprovechables por hectárea, lo que pone en peligro su persistencia.

García y Rodríguez (1993), Patiño et al. (1994) y López et al. (2001) señalan que en los aprovechamientos forestales, sobre todo de bosques tropicales, es necesario que los estudios de manejo se apoyen con información que indique tanto el estado actual del arbolado adulto, como el de su regeneración y el del incremento de las especies, a fin de fundamentar el manejo, así como apoyar las decisiones de tratamientos silvícolas a aplicar, lo que asegurará su persistencia y el mejoramiento de este recurso.

Ramírez y Romahn (1999) enfatizan que para determinar la productividad o la capacidad de carga de un bosque y, con ello, contar con una valiosa herramienta para alcanzar un manejo forestal eficiente, el crecimiento e incremento debe estimarse con la mayor precisión posible, ya que argumentan que en los programas de manejo forestal debe exigirse que se incluya el estado que tendrá la masa forestal después del periodo de vigencia de una autorización de aprovechamiento, misma que deberá basarse en la determinación del incremento. Sin embargo, hasta ahora son pocos los estudios sobre el crecimiento de bosques y especies tropicales con valor comercial obtenidos a través de mediciones periódicas por varios años en parcelas permanentes de investigación, las cuales brindan la posibilidad de determinar el crecimiento con mayor precisión y confiabilidad, dado que, como señala Yáñez (2004), la gran mayoría de los árboles tropicales no forman anillos de crecimiento anuales.

Con base en lo anterior, en el campo experimental "El Tormento", del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), se establecieron Sitios Permanentes de Investigación Silvícola (SPIS), en el año de 1982, en el marco del proyecto "Manejo de Bosques Naturales". De estos sitios se genera el presente trabajo, cuyo objetivo es determinar el patrón del comportamiento del crecimiento e incremento en diámetro normal por categoría diamétrica de *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. (T'zalam) en bosques secundarios derivados de selva mediana subperennifolia en la región de Escárcega, Campeche, México.

Pennington y Sarukhan (1998) indican que *Lysiloma latisiliquum* es una especie perteneciente a la familia Leguminosae; el árbol alcanza hasta 20 m de altura y 70 cm de diámetro normal, y es representativo de la selva mediana subperennifolia en el estado de Campeche. De acuerdo con Cámara et al. (2003), en la península de Yucatán esta especie tiene un alto potencial comercial y en los últimos años su extracción ha ido en aumento; Ruiz (1990) y Cecon et al. (2002) reportan que T'zalam es particularmente abundante, frecuente y con alta regeneración natural en sitios con vegetación secundaria -acahuales- de 9 a 12 años de

edad derivados de selvas medianas y bajas subperennifolias, por lo que es posible, mediante la aplicación de tratamientos silvícolas, conducir rodales de esta especie con fines de aprovechamiento comercial maderable.

La importancia económica de esta especie radica en que su madera es altamente decorativa, dura y pesada, con una densidad básica de 0.60 g/cm³, es resistente al deterioro, fácil de trabajar con máquinas y herramientas manuales, de excelente pulido y acabado con barniz. Tamarit (1996) señala que puede utilizarse para elaborar muebles de alta calidad, chapa para vistas de madera terciada, mangos para cuchillos, culatas de rifles y pistolas, en interiores, como duela y parquet para pisos, lambrín recubrimientos de muros y paredes. Los productos elaborados con esta madera pueden tener buena aceptación en el mercado nacional y de exportación. Localmente, esta madera se utiliza para producir durmientes para las vías férreas y como madera de construcción y leña. El follaje de los árboles se utiliza como forraje para alimentar al ganado bovino. Por sus flores, también puede utilizarse como especie melífera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el campo experimental El Tormento, del INIFAP, localizado en el km 292 de la carretera Escárcega - Villahermosa, en el municipio de Escárcega, Campeche. Geográficamente este se encuentra ubicado entre los paralelos 18° 36' 25" de latitud norte y 90° 43' 35" de longitud oeste, a una altitud de 60 m (Cedeño, 1981).

El clima de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1988), es A1(i')g el cual corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, éstas inician en mayo y se estabilizan en junio, con una máxima en septiembre. El grado de humedad, expresado como el cociente de la precipitación media anual entre la temperatura media anual (P/T), es de 49.7; la oscilación térmica mensual fluctúa de 5 a 7 °C. Durante septiembre y octubre la zona donde se desarrolló este trabajo recibe la influencia de ciclones, y de noviembre a febrero se registran precipitaciones debidas a los nortes. La precipitación anual alcanza los 1390 mm, la temperatura media anual es de 24.1 °C, con máximas y mínimas promedio de 32.1 y 15.9 °C, respectivamente (Centeno, 1989).

Los tipos de suelo predominantes en el campo experimental El Tormento de acuerdo con la clasificación FAO/UNESCO son litosoles, rendzinas y vertisoles que, según la clasificación maya, corresponden a Tzekel, Ya'axhomm y Ak'alche, respectivamente. Los primeros son dominantes y se localizan en las partes altas y bien

drenadas, en tanto que el último es característico de zonas bajas inundables (Cuanalo, 1981).

La vegetación existente en la zona de estudio es selva media y baja subperennifolia (Espinosa, 1987). La composición florística predominante de cada tipo de selva varía de acuerdo con las condiciones topográficas y del suelo. Las especies forestales más abundantes son *Lysiloma latisiliquum* (T'zalam), *Manilkara zapota* (zapote), *Vitex gaumeri* (Ya'axnik), *Bucida buceras* (pucté), *Brosimum alicastrum* (ramón), *Metopium brownei* (chechén negro) y *Piscidia communis* (jabín). Entre las especies de mayor importancia económica se encuentran *Cedrela odorata* (cedro), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Cordia dodecandra* (siricote) y *Platymiscium yucatanum* (granadillo).

El estudio se realizó con la información de cinco mediciones repetidas de un solo SPIS, establecido en el campo experimental El Tormento en 1982 con base en la metodología propuesta por Manzanilla (1993), con la cual se obtienen datos dendrométricos y de regeneración. El sitio es de forma cuadrada, con una superficie de 10 000 m², los datos de diámetro normal (d_{1.3}) por árbol se obtuvieron de una superficie de 2500 m² formada por un cuadrado central al sitio de 50 x 50 m.

El sitio estudiado se ubica en un bosque secundario derivado de selva mediana subperennifolia, en donde se aplicó el sistema rosa-tumba-quema (R-T-Q) y, posteriormente se abandonó y se desarrolló el proceso de sucesión natural. En el momento de su establecimiento, en 1982, la masa arbórea tenía una edad promedio de 7 años; después se realizaron mediciones en los años de 1985, 1989, 1992 y 1995, de tal manera que en la última medición la masa presentaba, en promedio, 20 años de haber sido intervenida.

El diámetro normal (d_{1.3}) se midió en todos los individuos en que éste era igual o mayor que 7.5 cm, a 1.30 m del suelo, con cinta diamétrica con aproximación de milímetros. Puesto que sólo se conoce la edad de la masa arbórea, pero no de los árboles individuales, para determinar el incremento en el d_{1.3}, en cada una de las mediciones se organizaron en categorías diamétricas (CDIA) con una amplitud de 5 cm, a partir de la categoría de 10 hasta la de 30 cm. Así, se consideraron como mediciones individuales y, conociendo el periodo de medición, se calculó el incremento en diámetro para cada individuo. Con estos valores se determinó el incremento medio del periodo (IMP) para cada CDIA; es decir, se utilizó el valor del diámetro normal al inicio de periodo de medición (d_{1.3,1}) para su clasificación en la CDIA correspondiente. De esta manera, la utilidad práctica de esta forma de calcular el incremento en

diámetro es que con sólo conocer la categoría diamétrica en que se ubica determinado árbol, es posible establecer su incremento; este método es similar al que Klepac (1983) reporta para bosques de selección, aunque en este caso se utilizaron los valores de todos los individuos presentes y no los árboles tipo de cada categoría diamétrica que el citado autor hace referencia. El IMP para cada individuo en cada CDIA se calculó utilizando la fórmula siguiente:

$$IMP = \frac{d_{1.3,2} - d_{1.3,1}}{Pm}$$

donde:

d_{1.3,1} = diámetro normal medido al inicio del periodo de medición.

d_{1.3,2} = diámetro normal medido al final del periodo de medición.

Pm = periodo de medición, expresado en años.

Finalmente, se calcularon los estadísticos básicos para las variables diámetro normal e incremento medio del periodo por categoría diamétrica. De acuerdo con Klepac (1983), se estimó el tiempo de paso que se refiere al tiempo en años necesario para que los individuos pasen de la categoría reserva a categoría aprovechable, información de suma importancia para elaborar planes de manejo de bosques naturales. Tales categorías se refieren a que en estos programas de manejo en el sureste de México, de acuerdo con Patiño *et al.* (1994), es común clasificar a los individuos de maderas duras y blandas tropicales en los grupos de *Incorporación*, *Reserva* y *Aprovechable*, los cuales corresponden a las categorías diamétricas de 10 a 20 cm para el primer grupo, de 25 a 30 cm para el segundo y más de 35 cm para el tercero. Para estimar el tiempo de paso, se dividió la amplitud de la categoría diamétrica entre su correspondiente crecimiento máximo, medio y mínimo; al sumar los años acumulados, se obtuvo el tiempo total para alcanzar la categoría diamétrica de 35 cm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta el número de observaciones, así como los valores mínimo, máximo, medio y desviación estándar para las variables diámetro normal e incremento en diámetro. En general, considerando todos los árboles en todas las categorías diamétricas, se determinó un incremento promedio de 0.511 cm; este valor es menor que el reportado por García y Rodríguez (1993), de 1.1, cm para la misma especie en rodales de 8 de años edad localizados en el

municipio de Othón P. Blanco, en Quintana Roo, debido a que utilizaron los crecimientos exclusivamente de árboles dominantes y codominantes, además de que los rodales estudiados fueron relativamente jóvenes. En ese sentido, Wadsworth (2000) indica que a mayor edad en bosques adultos, el incremento anual en diámetro disminuye. Comparativamente, el mismo autor señala que a largo plazo, aun los árboles dominantes y codominantes en Puerto Rico presentaron un crecimiento anual de 0.4 cm en un periodo de 25 años.

CUADRO 1. Estadísticos básicos del diámetro normal e incremento en diámetro de *Lysiloma latisiliquum* en bosques secundarios de 20 años en Escárcega, Campeche.

Variable	Número de observaciones	Valor del estadístico (cm)		Desviación	
		Mínimo	Medio	Máximo estándar	
Diámetro normal	671	7.500	13.429	32.100	4.364
Incremento en diámetro	671	0.003	0.511	1.655	0.350

Del Valle (1995) aclara, respecto a la estimación del incremento en diámetro, que cuando se utilizan los valores de diámetro normal de todos los árboles se subestima el incremento de aquellos árboles que crecen rápido y que tienen posibilidades de alcanzar el dosel y la madurez, los que de forma eventual se cultivan para su cosecha; con esta base y puesto que esto fue lo que se realizó en este trabajo, se tienen elementos que sugieren que, al no incluir en la estimación a los árboles suprimidos, el incremento medio anual en diámetro sólo de individuos dominantes y codominantes de *Lysiloma latisiliquum* es mayor.

En un análisis de incrementos, realizado en un periodo de cuatro años para un bosque de la formación semicaducifolia sobre caliza en la provincia de Pinar del Río, en Cuba. Gra *et al.* (1991) determinaron que la especie *L. sabicu* presentó incrementos anuales en diámetro mínimo, máximo y medio de 0.20, 0.65 y 0.33 cm, respectivamente. El incremento medio de *L. latisiliquum* es mayor que el de *L. sabicu* debido a que son especies diferentes y a que las condiciones climáticas y edafológicas de las áreas donde se desarrollan también son diferentes.

De acuerdo con Ramos *et al.* (1986), quienes, al estudiar el comportamiento del crecimiento de un bosque en la localidad El Limón, en Cuba, proponen tres categorías para clasificar a las especies de acuerdo con rangos del incremento promedio en diámetro, se determinó que el incremento en diámetro para *L. latisiliquum* se clasifica como medio, en tanto que el de *L. sabicu* se clasifica como lento.

El incremento medio obtenido para la especie en estudio se encuentra entre el rango que reportan Wadsworth (1952) y Schmidt y Weaver (1981) en Puerto Rico, quienes estudiaron el incremento en diámetro de 28 especies latifoliadas en un bosque de pluvisilva, y concluyeron que los incrementos oscilan de 0.10 a 0.96 cm/año. También se ubica en el rango determinado por Pérez *et al.* (s/f), por un periodo de ocho años, en especies de un bosque del Chaco Oriental, en Argentina, el cual fue de 0.23 a 0.93 cm/año. Sin embargo, es mayor al incremento medio reportado por Weaver (1979), de 0.14 cm/año, para 26 especies de un bosque secundario en Puerto Rico, determinado en un periodo de medición de 26 años.

En el Cuadro 2 se detalla el número de observaciones y los valores mínimos, máximos, medios y desviación estándar del incremento en diámetro para cada una de las categorías diamétricas presentes en el área de estudio. Se observa que los valores medios del incremento en diámetro por categoría diamétrica fluctúan de 0.483 cm, para la categoría de 10, hasta 0.848 cm, para la categoría de 30; la variación presente del incremento en diámetro disminuye conforme la categoría diamétrica es mayor, este comportamiento se debe a que el número de individuos por categoría diamétrica también disminuye como corresponde a poblaciones naturales.

CUADRO 2. Estadísticos básicos del incremento en diámetro por categoría diamétrica.

Categoría diamétrica (cm)	Número de observaciones	Incremento en diámetro (cm)			Desviación estándar
		Mínimo	Medio	Máximo	
10	331	0.012	0.483	1.633	0.346
15	242	0.003	0.454	1.625	0.304
20	67	0.096	0.709	1.655	0.394
25	22	0.005	0.825	1.367	0.342
30	9	0.392	0.848	1.233	0.330

Con base en el número de árboles por categoría diamétrica (Figura 1), y de acuerdo con Godínez y López (2002), se determinó que el patrón de estructura poblacional de *L. latisiliquum* es Tipo I, el cual se caracteriza porque la especie presenta un número elevado de individuos en las clases diamétricas más pequeñas, luego tiende a disminuir de manera considerable en las clases intermedias y decae a valores muy bajos en las clases diamétricas mayores. Los mismos autores señalan que las especies en el patrón Tipo I presentan buena reproducción, establecimiento y regeneración natural continua, lo que coincide con Ruiz (1990), quien reporta que esta especie en la zona de estudio es dominante, puesto que presenta valores relativos de abundancia, frecuencia y regeneración de 37.6, 35.5 y 34.2% respectivamente. Así, de acuerdo con

Lamprecht (1990), el número de individuos de las clases diamétricas inferiores es suficiente para reemplazar a aquellos árboles de diámetros mayores que pudieran ser aprovechados.

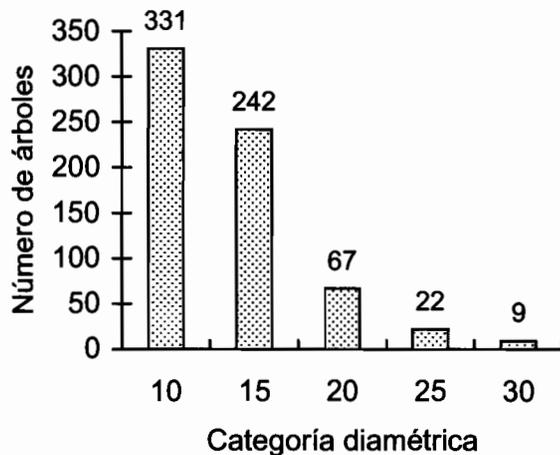


Figura 1. Distribución del número de árboles por categoría diamétrica.

Se observaron marcadas diferencias del incremento en diámetro entre individuos aún de la misma categoría diamétrica; el crecimiento rápido de algunos árboles puede explicarse, en parte, por el crecimiento más lento de los otros. Al respecto, Wadsworth (2000) indica que el destino de cada árbol depende de su capacidad de tolerar o dominar a sus vecinos, lo que a su vez depende, en parte, de la capacidad relativa de su sistema radicular para obtener agua y nutrientes, y de sus copas alcanzar una iluminación adecuada. Adicionalmente, Ayerde (1996) señala que los árboles de crecimiento más rápido son los que poseen genotipos más eficientes y además se ubican en los micrositos más favorables; sin embargo, agrega que el crecimiento e incremento en diámetro depende más de la densidad, la cual, dentro de ciertos límites presenta un incremento en diámetro mayor cuando hay más espacio.

Por otra parte, la tendencia observada, respecto a que el incremento va en aumento de las categorías diamétricas inferiores a las mayores, se debe a que la especie aún se encuentra en rodales en transición de la etapa de bajo a medio fustal; lo anterior se refuerza con el hecho de que los árboles adultos de esta especie, de acuerdo con Pennigton y Sarukhan (1998), pueden alcanzar hasta 70 cm de diámetro normal. En ese sentido, Weaver (1979) señala que el incremento en diámetro declina cuando los árboles han llegado a la madurez.

Con base en los resultados obtenidos en este estudio y tomando en cuenta la clasificación de los árboles que se hace en los programas de manejo, según

su $d_{1.3}$ en tres grupos: *Incorporación*, *Reserva* y *Aprovechable*, se determinó el tiempo de paso para que los árboles cambien de categoría diamétrica. Así, acumulando los años hasta alcanzar la categoría diamétrica de 35, se pueden presentar los supuestos que enseguida se indican para que los individuos pasen de *Reserva* a *Aprovechable*.

Si se consideran los valores máximos del incremento en diámetro, en el mejor de los casos se requerirá de 10.6 años, con los valores medios se requerirá de 21.5 años para alcanzar tal condición; en el peor de los casos, tomando como base los valores mínimos, se requerirá de 2674 años (Cuadro 3), como resulta lógico, este último tiempo de paso no es posible, ya que los individuos simplemente desaparecerán por supresión. Los tiempos medio y mínimo aquí estimados son inferiores a los que Del Valle (1995) reporta para un estudio realizado con 19 especies arbóreas de bosques tropicales del norte de Borneo, en donde las especies emergentes y del dosel principal tardarían, en promedio, 110 a 300 años para alcanzar 38 cm de diámetro y como mínimo, basándose en el árbol más precoz en cada clase diamétrica con amplitud de 9.55 cm, requeriría, de 60 a 170 años. Wadsworth (2000), por su parte, reporta que en bosques pluviales de Nigeria, *Khaya grandifoliola*, *Pycnanthus angolensis* y *Triplochiton scleroxylon*, especies conocidas por su potencial de crecimiento, presentaron tasas de crecimiento de 0.7 cm/año, lo que sugiere que necesitarían 80 años para alcanzar un diámetro normal de 60 cm; en tanto que árboles de Uganda necesitarían de 30 a 90 años para alcanzar 60 cm y de 40 a 120 años para llegar a 80 cm. En bosques montanos pluviales de Puerto Rico, el mismo autor estimó que los árboles necesitarían 400 y 1200 años para alcanzar un diámetro normal de 10 y 50 cm, respectivamente.

CUADRO 3. Tiempo de paso requerido para que los individuos de *Lysiloma latisiliquum* cambien del grupo Reserva a la de Aprovechable.

CDIA	LI	LS	Tiempo para cambiar de categoría diamétrica años					
(cm)	Incremento		Tiempo	Incremento	Tiempo	Incremento	Tiempo	
	mínimo	máximo	de paso	medio	máximo	máximo	de paso	
25	22.51	27.5	0.005	998.0	0.825	6.0	1.367	3.6
30	27.51	32.5	0.392	12.7	0.848	5.8	1.233	4.0
35	32.5	37.5	0.003	1,663 ^z	0.511	9.7 ^z	1.655	3.0 ^z
Tiempo total requerido				2,674		21.5		10.6

CDIA: categoría diamétrica., LI y LS: límite inferior y superior de la categoría diamétrica.
z Tiempo de paso estimado, utilizando los valores de incremento en diámetro del Cuadro 1.

Los tiempos de paso por categoría diamétrica estimados para *Lysiloma latisiliquum* utilizando el incremento medio del periodo (*IMP*) para cada CDIA pueden considerarse como una base para estimar con

mayor precisión y certidumbre el ciclo de corta, mismo que es un componente principal en los programas de manejo forestal de la península de Yucatán y que, generalmente se estipula de 20 a 25 años.

CONCLUSIONES

El incremento en diámetro para *Lysiloma latisiliquum* (T'zalam), en bosques secundarios en la región de Escárcega, Camp., en un periodo de medición de 20 años, en promedio fue de 0.511 y se clasifica como medio. La estimación del incremento, cuando no se tiene la edad, es posible realizarla utilizando el incremento medio del periodo (*IMP*), mediante la agrupación de los individuos en categorías diamétricas y realizando mediciones en diferentes momentos. La distribución diamétrica que presenta confirma que se trata de una especie con reproducción, establecimiento y regeneración continuos.

LITERATURA CITADA

- AYERDE L., D. 1996. Análisis de curvas de crecimiento de árboles y masas forestales. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 255 p.
- CÁMARA C., L.; NEGREROS C., P.; SNOOK, L. 2003. Prioridades de investigación para el manejo forestal sostenible. En: Logros y conclusiones principales del taller "La regeneración de la caoba (*Swietenia macrophylla* King): frutos de siete años de investigación colaborativa". 5-7 noviembre de 2003. Snook K. L. y López C. (eds.). Chetumal, Quintana Roo, México. pp 10-11.
- CECCON, E.; OLMSTED, I.; VÁZQUEZ-YANES, C.; CAMPOS-ALVES, J. 2002. Vegetation and soil properties in two tropical dry forests of differing regeneration status in Yucatan. *Agrociencia* 36: 621-631.
- CEDEÑO S., O. 1981. Campo Experimental Forestal "El Tormento", Campeche. *Ciencia Forestal* 1(3): 75-82.
- CENTENO E., L. R. 1989. Análisis estructural de cuatro etapas sucesionales de selva mediana subperennifolia en la región de Escárcega, Campeche. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 178 p.
- CUANALO DE LA C., H. E. 1981. Suelos del Campo Experimental Forestal "El Tormento", Campeche. *Boletín Técnico* 15. INIF. 2ª. ed. México, D.F. 25 p.
- DEL VALLE J., I. 1995. Evaluación del crecimiento diamétrico de árboles de humedales forestales del Pacífico colombiano. *Interciencia* 20 (5): 273-282.
- ESPINOSA B., A. 1987. Dinámica sinecológica de cuatro etapas sucesionales de una selva mediana subperennifolia en Escárcega, Campeche. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. Monterrey, N. L. México. 115 p.
- GARCÍA, E. 1988. Modificaciones a la clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 252 p.
- GARCÍA C., X.; RODRÍGUEZ S., B. 1993. Cortas intermedias en sitios de vegetación secundaria. *Ciencia Forestal en México* 18(74): 81-100.
- GODÍNEZ I., O.; LÓPEZ M., L. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica* 73(2): 283-314.
- GRA, H., RAMOS, L.; BARRERAS, L.; ÁLVAREZ, E. 1991. Incremento en diámetro medio de 21 especies forestales de la formación semicaducifolia sobre caliza en la unidad silvícola Cortez, EFI Guanahacabibes, provincia de Pinar del Río. *Forestal Baracoa* 21(2-3):49-56.
- KLEPAC, D. 1983. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. 2ª. ed. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 365 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Eschborn. República Federal de Alemania. 335 p.
- LÓPEZ T., J. L.; SANTOS C., R. A.; AGUIRRE H., E. 2001. Inventario de regeneración natural en áreas de aprovechamientos forestales. En: Memoria Científica No. 7: Décimo Cuarta Reunión Científica - Tecnológica Forestal y Agropecuaria, Veracruz 2001. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. s/p.
- MANZANILLA B., H. 1993. Los sitios permanentes de investigación silvícola. Un sistema integrado para iniciarse en el cultivo de los ecosistemas forestales. 2ª. ed. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias. *Boletín Técnico* 116. México, D. F. 101 p.
- PATIÑO V., F.; LÓPEZ T., J. J.; GÓMEZ D., A. 1994. Selva (Versión 4.0): Paquete de cómputo para procesar datos de inventarios forestales para especies de la península de Yucatán. Centro de Investigación Región Sureste. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Mérida, Yucatán. 46 p.
- PENNIGTON T., D.; SARUKHAN K., J. 1998. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. 2ª. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 521 p.
- PÉREZ R., V.; OVIEDO C., R.; DEL VALLE, P.; CAÑETE C., M.; RHINER R., G.; GÓMEZ A., C. s/f. Crecimiento de especies

- nativas del bosque alto explotado del Chaco Oriental. En: Novenas jornadas técnicas forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Ed. Misiones, Argentina. s/p.
- RAMÍREZ M., H.; ROMAÑ DE LA V., C. F. 1999. La trascendencia de la comprensión y de la evaluación del incremento y de su utilización en el manejo forestal. *Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 5(2): 173-179.
- RAMOS, L.; GRA, H.; FRIOL, P.; BARRERAS, L. 1986. Algunos aspectos dasométricos del bosque semicaducifolio sobre caliza, en el Limón, Guanahacabibes, provincia de Pinar del Río. *Forestal Baracoa* 16(1): 45-64.
- RUIZ Z., J. M. 1990. Regeneración natural en cuatro etapas sucesionales de una selva mediana subperennifolia. En: Segunda Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. 4 de diciembre de 1990. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias. Campeche, Camp. pp. 154.
- SCHMIDT, R.; WEAVER P., L. 1981. Tree diameter en the subtropical moist life zone of Puerto Rico. *Turrialba* 131(3): 261-263.
- TAMARIT U., J. C. 1996. Xilotecnología de setenta especies tropicales de la península de Yucatán. Centro de Investigación Región Sureste. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. 170 p. (Documento interno).
- WADSWORTH H., F. 1952. Ordenación forestal en las montañas de Luquillo. *The Caribbean Forester* 13(3):120-142.
- WADSWORTH H., F. 2000. Producción forestal para América Tropical. Departamento de Agricultura de los EE.UU. Servicio Forestal. Manual de Agricultura 710-S. Washington, DC. 563 p.
- WEAVER. P., L. 1979. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. Unites States Department Agriculture. Forest Service. Research Paper. SO-152.15 p.
- YÁNEZ E., L. 2004. Ritmos de crecimiento de tres especies de árboles tropicales. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, estado de México. 155 p.
- ZAMUDIO S., F. J.; LÓPEZ T., J. L. 1999. Estudio de la relación área mínima contra área real de la superficie de la copa en árboles de vegetación secundaria en Campeche, México. *Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 5(2): 167-171.