



# Crecimiento de ocho especies forestales

## en selvas secundarias de Campeche, México

Carl Mize, Roberto Centeno Erguera, Patricia Negreros Castillo

### RESUMEN

En 1982, se estableció un estudio para evaluar el crecimiento de ocho especies con valor comercial en Campeche, México. Las ocho especies estudiadas fueron: *Bursera simarouba* L. (chacá colorado), *Metopium brownei* Jacq. (chechen negro), *Piscidia communis* (L) Sarg. (jabin), *Astronium graveolens* Jacq. (jobillo), *Spondias mombin* L. (jobo), *Lonchocarpus castilloi* Standl. (machine), (*Simarouba glauca* D.C. (pasa'ak), y *Lysiloma bahamensis* Benth. (tzalam). El estudio se diseñó para evaluar el crecimiento de árboles individuales en condiciones naturales de selva secundaria, utilizando mediciones diamétricas periódicas. El crecimiento en diámetro se calculó para los periodos 1982-1987, 1987-1993, y 1982-1993. El crecimiento anual de 1982 a 1987 fue mayor que el crecimiento anual de 1987 a 1993. Las especies que crecieron más rápidamente en el primer periodo también crecieron más en el segundo. Las causas de la diferencia no son muy aparentes. El crecimiento anual para la mayoría de las especies no varió entre tipos de suelo y edades de vegetación.

### SUMMARY

**Growth of eight tree species in secondary woods in Campeche, Mexico.** In 1982, a study to evaluate growth rate of eight tropical tree species with potential commercial value was established in Campeche, Mexico. The species were *Bursera simarouba* L. (chacá colorado), *Metopium brownei* Jacq. (chechen negro), *Piscidia communis* (L) Sarg. (jabin), *Astronium graveolens* Jacq. (jobillo), *Spondias mombin* L. (jobo), *Lonchocarpus castilloi* Standl. (machine), (*Simarouba glauca* D.C. (pasa'ak), and *Lysiloma bahamensis* Benth. (tzalam). The study was designed to evaluate growth of individual trees in natural conditions in secondary forests using periodical diameter measures. Annual diameter growth for the 1982-1987, 1987-1993, and 1982-1993 periods was also calculated. Annual growth from 1982 to 1987 was greater than annual growth from 1987 to 1993 for all species. The species with the fastest growth in the first period also grew fastest in the second period. The reasons for these differences are unknown. Annual growth for most species did not vary among types of soil and ages of vegetation.

**Palabras clave:** Árboles maderables; crecimiento; bosque secundario; México.

El conocimiento del crecimiento de las especies forestales es de fundamental importancia en el manejo científico de los bosques (tropicales o templados). El cálculo de volumen que se puede cortar en forma sostenible (por ejemplo, duración de los ciclos de corta y turnos), requiere, entre otras cosas, de información sobre las tasas de crecimiento de las especies arbóreas (Lojan 1966). El conocimiento del crecimiento de las especies forestales es también muy importante para identificar y seleccionar especies de rápido crecimiento, lo que puede representar una solución al problema de recuperación de áreas deforestadas o degradadas que es un problema que mucho preocupa resolver en los trópicos. Las especies de rápido crecimiento son también fundamentales en el establecimiento tanto de plantaciones de rotaciones cortas de sistemas agroforestales (Leiva y Borel 1993). El conocimiento del crecimiento de las especies forestales es, en fin, clave para lograr el manejo sostenible de los recursos forestales.

En las selvas tropicales del sureste de México, la caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y el cedro (*Cedrela odorata* L.) han sido por varios cientos de años las especies forestales más importantes desde el punto de vista comercial. Esto ha contribuido, en parte, a la existencia de un relativamente reducido número de estudios científicos relacionados con las otras especies. Estos estudios están enfocados principalmente a aspectos taxonómicos, muy pocos a aspectos ecológicos y un número todavía más reducido está relacionado con el crecimiento de éstas especies. Esta falta de información es una de las mayores limitantes de los programas de



manejo que actualmente se ejecutan en la región.

En 1982, se estableció, en Campeche, México, un estudio para evaluar el crecimiento de ocho especies que en este tiempo se pensó podían tener algún valor comercial en el futuro. El estudio se realizó en el campo experimental Ing. Eduardo Sangri Serrano, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, (INIFAP). Las ocho especies estudiadas fueron: *Bursera simarouba* L. (chacá colorado), *Metopium brownei* Jacq. (chechen negro), *Piscidia communis* (L) Sarg. (jabin), *Astronium graveolens* Jacq. (jobillo), *Spondias mombin* L. (jobo), *Lonchocarpus castilloi* Standl. (machine), (*Simarouba glauca* D.C. (pasa'ak), y *Lysiloma bahamensis* Benth. (tzalam). En este artículo se presentan los resultados del estudio después de 11 años de establecido.

### ¿Cómo es el área de estudio?

El estado de Campeche se localiza a lo largo de la porción oeste de la península de Yucatán es una gran plataforma de material calcáreo, de origen marino (Ferrusquía-Villafranca 1993). Según clasificación de la FAO-UNESCO, los suelos que predominan son de tipo Rendzina (Duch 1988). El clima característico es del tipo Aw, el cual se define como cálido subhúmedo con veranos secos. La precipitación pluvial oscila entre 1 000 y 1 200 mm, los cuales se distribuyen irregularmente de julio a enero. Existe un marcado periodo de sequía que dura de tres a cuatro meses y que abarca los meses de febrero a mayo. La temperatura media anual es de 26°C con un mínimo de 8°C (Tamayo 1981).

El estado Campeche comprende un área de 4 010 000 hectáreas, de las cuales 2 940 000 corresponden a selva (Toledo y Ordoñez 1993). La composición florística de la región es el resultado de varios factores tanto



Figura 1. El Estado de Campeche se localiza al oeste de la Península de Yucatán, México.



La necesidad de diversificar el aprovechamiento de la selva mediante un uso integral de las especies presentes, es cada vez mayor. (Foto: C. Mize).

naturales (régimen de lluvias, tipos de suelo, fuegos) como antropogénicos (agricultura de roza-tumba-quema, ganadería) (Barrera *et al.* 1997, Edwards 1986, Gómez-Pompa 1987, Gómez-Pompa *et al.* 1987). La vegetación de la parte sur de Campeche (en donde se llevó a cabo el estudio) se clasifica como selva mediana subperennifolia.

### Metodología

El estudio se diseñó para evaluar el crecimiento de árboles individuales, en condiciones naturales en diferentes rodales de vegetación secundaria. Para medir crecimiento existen varios métodos; no obstante, uno de los más comunes es el de mediciones





diamétricas periódicas, el cual fue utilizado en este estudio, (Briscoe 1962, Mariaux 1981).

Los árboles se seleccionaron individualmente con un rango de diámetros a la altura del pecho (1,30m) (dap) de 10 a 50 cm. Para lograr una distribución homogénea entre las diferentes clases diamétricas, dentro de los límites de la estación experimental Ing. Eduardo Sangri Serrano que cuenta con 1 500 hectáreas de selva mediana subperennifolia, se localizaron cinco árboles por cada categoría diamétrica (de 5cm), por ejemplo 7,5-12,4-12,5-17,4, .....47,5-52,4 cm, seleccionando así 45 árboles por cada una de las especies. Los árboles se eligieron más o menos al azar hasta completar el número de individuos necesarios en cada categoría.

Cada árbol seleccionado, se marcó y su localización fue claramente identificada con el propósito de llevar a cabo mediciones posteriores. Por cada árbol se tomaron y anotaron mediciones de dap, altura total, radio de la copa en los cuatro puntos cardinales y tipo de suelo utilizando la clasificación Maya (Tabla 1).

Cuadro 1. Clasificación de los suelos. Aproximación entre la clasificación Maya y la FAO-UNESCO (Duch 1988).

Clasificación Maya	FAO-UNESCO
Tzequel	Litosol
Kakab	Rendzina
Ya ax-hom	Luvisol o Vertisol

Los árboles se han remedido periódicamente de 1982 a 1993.

Para obtener una estimación de la competencia, durante el establecimiento del estudio los árboles cuyas copas tocaban la copa del árbol en observación, se consideraron competidores. Es-

tos árboles fueron identificados y al inicio del estudio se les midió el dap.

Después se marcó una parcela alrededor del árbol en observación que abarcase las copas completas de los competidores identificados. Como consecuencia, el tamaño de las parcelas varía de árbol a árbol dependiendo del tamaño del árbol en observación y el tamaño de sus competidores.

Aunque se realizó toma de datos, en varias oportunidades, para llevar a cabo el análisis de este estudio sólo se utilizaron las mediciones iniciales de 1982, y las de 1987 y 1993.

## Conocer el crecimiento de las especies forestales es la clave para lograr el manejo sostenible de los recursos forestales.

### Análisis de datos y resultados

De los 45 árboles que fueron inicialmente medidos para cada una de las especies, un promedio de 31 fue usado en el análisis (Tabla 2). Los datos de algunos árboles no se usaron debido a que se perdieron datos o porque el dato estaba muy fuera de lo posible o real, lo cual indicaba un muy posible error en la toma de los mismos. Muy pocos árboles murieron.

Las mediciones de 1982 y 1993 se llevaron a cabo durante la temporada de secas (época de no crecimiento), y las mediciones de 1987 se hicieron a lo largo del año y no durante una temporada en particular. Para calcular el crecimiento anual de los árboles medidos durante la temporada de lluvias (estación de crecimiento que va de agosto a noviembre) la cual empieza en agosto, se procedió de la siguiente manera. De los árboles medidos en setiembre se consideró que su crecimiento correspondía a un cuarto de la estación de crecimiento, en tanto que los árboles que se midieron en octubre y noviembre, se consideró que su crecimiento correspondía a la mitad y tres cuartos, respectivamente, de la estación de crecimiento. Utilizando los tiempos reales entre cada una de las mediciones, se calculó el crecimiento en diámetro para los periodos 1982-1987, 1987-1993 y 1982-1993 (Tabla 3).

Para cada especie, se elaboraron gráficas del crecimiento anual en el periodo 1982-1987 versus crecimiento anual en el periodo 1987-1993 usando todos los individuos de la especie. La mayoría de las especies mostraron una relación lineal y positiva entre los dos periodos. La correlación entre los dos periodos de crecimiento fue calculada para cada especie (Tabla 4). Para todas las especies se llevó a cabo una prueba de t en pares para comparar el crecimiento anual de 1982-1987 con el crecimiento anual de 1987 a 1993. Para todas las especies se observó una disminución en el crecimiento anual de 1987 a 1993 ( $P < 0,01$ ).

Para todas las especies la correlación del crecimiento anual para el periodo 1982-1993, y el diámetro de copa medido en 1987, con la excepción de (*L.baha-*





*mensis*) (tzalam) ( $r = 0,61, P < 0,09$ ), fue débil ( $P < 0,09$ ). Para realizar estos cálculos se utilizó el radio de copa medido en 1987, en lugar del radio de copa medido en 1992 y 1993. Esto se realizó de esta manera básicamente porque el radio de copa es una medida difícil de obtener, los valores varían año con año y 1987 está más o menos a la mitad de todo el periodo que duró la investigación.

La medición de la competencia que afectaba a cada árbol se calculó dividiendo el área basal de los árboles competidores en la parcela en 1987 entre las dimensiones de la parcela. Para cada especie (excepto para tzalam que no tenía información para la parcela de competencia) se calculó la correlación entre el crecimiento en diámetro del periodo 1982-1993 y la competencia. Seis especies no manifestaron ninguna correlación ( $P < 0,45$ ), sólo jobillo presentó una fuerte correlación de  $r = -0,50$  ( $P = 0,02$ ). Sin embargo, la gráfica crecimiento-competencia para *Astronium graveolens* (jobillo) indica que la alta correlación se debe a uno de los 31 árboles, por correlación mucho menor ( $r = -0,31$  y  $P = 0,19$ ).

El tipo de suelo en los que se encontraban los árboles se clasificó o identificó para el 85% de ellos. La mayoría de los árboles se localizaron en suelo tipo Kakab (65%), seguido de Ya ax-hom (30%) y Tzequel (5%) (Tabla 1). Todas las especies se presentaron en los suelos Kakab y Ya ax-hom, solamente tres especies, (*Bursera simarouba*), chacá colorado, (*Piscidia communis*), jabin y (*A. graveolens*), jobillo, fueron encontradas en Tzequel. Se llevó a cabo el análisis de varianza comparando el crecimiento en diámetro de 1982 a 1993 entre los diferentes tipos de suelo para cada una de

las especies. Para todas las especies los promedios no fueron diferentes entre los diferentes tipos de suelo ( $P < 0,3$ ) excepto para jobillo ( $P = 0,01$ ). Para el jobillo, el promedio de crecimiento en Tzequel fue marcadamente superior (0,56 cm/año) que en Ya ax-hom (0,33 cm/año) o Kakab (0,22 cm/año). Para todas las demás especies, el crecimiento en diámetro en Kakab y Ya ax-hom fue prácticamente igual.

aunque probablemente no tiene más de 50 años. La mayoría de los árboles (83 por ciento) en este estudio se encuentran en el rodal más viejo (más de 30 años), y 6,2; 3,9; 2,7 y 4,3 por ciento en los rodales de 18, 24 y 30 años respectivamente.

*Metopium brownei*, (chechen), *Simarouba glauca*, (pasa 'ak), *L. bahamensis*, (tzalam), se localizaron casi exclusivamente en el rodal más viejo. Se realizó un aná-

Cuadro 2. Características de los árboles usados en el análisis. Diámetro y altura para 1982.

Especies	Número de árboles usados en 1993	Min. dap (cm)	Max. dap (cm)	Altura promedio (m)
Chacá colorado	40	8,7	50,0	15
Chechén negro	27	8,5	51,3	15
Jabin	32	8,2	50,8	15
Jobillo	31	8,1	50,1	17
Jobo	34	10,6	48,0	14
Machiche	33	7,6	50,9	15
Pasa'ak	24	8,2	45,9	15
Tzalam	25	10,8	51,8	17

Cuadro 3. Promedio anual del crecimiento de los árboles (dap cm/año) para los tres periodos, de 1982-1987, 1987-1993 y 1982-1993.

Especies	Número de árboles	Promedio del crecimiento anual dap 82-87	87-93	82-93	Dev. Std 82-93
Chacá colorado	40	0,61	0,21	0,38	0,22
Chechén negro	27	0,58	0,32	0,43	0,22
Jabin	32	0,61	0,29	0,40	0,24
Jobillo	31	0,37	0,22	0,28	0,25
Jobo	34	0,46	0,12	0,27	0,37
Machiche	33	0,80	0,60	0,68	0,26
Pasa'ak	24	0,48	0,14	0,29	0,20
Tzalam	25	1,00	0,64	0,78	0,37

Cuatro de los rodales, en los que se escogieron árboles para éste estudio, eran rodales de vegetación secundaria establecidos naturalmente después del abandono de la milpa (cultivo de maíz asociado con otros cultivos anuales). Las edades de los rodales fueron de 18, 24, 29 y 30 años. El quinto rodal también se originó de una milpa abandonada pero su edad no es conocida, se considera de más de 30 años,

lisis de varianza para comparar la tasa de crecimiento de cada especie dentro de las diferentes condiciones de edad de vegetación en las que estas fueron encontradas. Cuatro de las cinco especies presentes en por lo menos dos tipos de vegetación mostraron muy poca diferencia ( $P < 0,40$ ). Solamente el *Spondias mombin* L., (jobo), mostró una marcada diferencia ( $P < 0,01$ ) en el crecimiento, siendo éste mucho





Cuadro 4. Correlación entre el crecimiento anual del dap de 1982-1987 y el crecimiento anual del dap de 1987-1993 y la probabilidad de una correlación mayor si la correlación hubiera sido cero.

Especies	Número de árboles	Correlación	Probabilidad
Chacá colorado	40	0,42	<0,01
Chechén negro	27	0,52	<0,01
Jabin	32	0,35	0,07
Jobillo	31	0,59	<0,01
Jobo	34	0,64	<0,01
Machiche	33	0,25	0,15
Pasa'ak	24	0,29	0,17
Tzalam	25	0,64	<0,01

más lento en los sitios de mayor edad. Una comparación entre las tasas de crecimiento en diámetro para cada vegetación revela que los árboles en los sitios de 29 y 30 años crecieron más rápido, y los árboles en el sitio más viejo generalmente crecieron más lentamente.

Una comparación del total de las alturas en 1982 y el total de alturas en 1987 y 1993 mostraron una reducción en el promedio de altura para todas las especies. Gráficas del cambio en la altura inicial mostraron que de todas las especies los árboles más pequeños incrementaron en altura muy modestamente, en tanto que los árboles más grandes perdieron en promedio de uno a dos metros.

### Discusión

El crecimiento anual 1982-1987 fue mucho mayor que el crecimiento 1987-1993, lo cual no parece ser resultado de variación en precipitación, pues en realidad en el segundo periodo hubo más lluvia que en el primero. Es posible que éstos árboles están entrando a una etapa de madurez por lo que el crecimiento tiende a decrecer. Aunque el crecimiento anual varió entre los dos periodos para casi todas las especies, las que crecieron más rápidamente en el primer periodo

*La necesidad de incrementar los ingresos de las poblaciones que dependen de la selva aumenta la importancia del uso integral de las especies.*

(tzalam, chacá colorado, machiche y chechen negro), mostraron la misma tendencia en el segundo periodo.

Teóricamente se espera que el crecimiento se vea afectado por el tamaño de la copa, en este caso; sin embargo, los coeficientes de correlación indican que el crecimiento de los árboles no parece haber sido afectado por este factor. Las gráficas elaboradas para comparar el crecimiento anual con el radio de la copa indican que hay una cierta tendencia que varía de una especie a otra. Por ejemplo, para algunas especies

los árboles más grandes crecieron más rápido. Las tendencias no fueron suficientemente fuertes como para generar una correlación significativa, no obstante, las tendencias mostradas tienen sentido.

También, se espera que el crecimiento se vea afectado por la competencia, en este caso el crecimiento de los árboles parece que no se vio afectado por la competencia estimada en 1987. Esto probablemente se debió a dos razones. Primero, es posible que el tamaño de las parcelas que se utilizaron se extendieron más allá de la zona de influencia de los árboles y no se ajustó el tamaño de los competidores y su distancia de los árboles bajo observación. Segundo, el crecimiento es influenciado por el tipo de suelo y la edad de los árboles que no se pueden eliminar como fuente de variación por el pequeño número de individuos de los que se dispone.

Es sorprendente que la altura de los árboles en 1987 y 1993 fue menor que la observada en 1982. El potencial para cometer un error en las mediciones de la altura total en rodales muy densos es considerable (Ashton 1981) especialmente cuando se trata de árboles muy altos y también cuando se tienen diferentes tomadores de datos. Por lo menos los árboles más pequeños, por ser más fáciles de medir con poco error, mostraron un mayor incremento relativo.

Las especies que se utilizaron en el estudio tienen actualmente uso comercial, aunque no mucha demanda. La necesidad de diversificar el aprovechamiento de la selva mediante un uso integral de las especies presentes, es cada vez mayor. Por una parte por la necesidad de incrementar los in-





gresos de una población, cada vez más numerosa, que depende de la selva y por otra porque la presencia de especies forestales de alto valor comercial, como caoba y cedro, es cada vez más escasa.

Otro aspecto de gran relevancia en relación con la extracción o cosecha de un mayor número de especies e individuos de estas selvas es que crea la oportunidad para llevar a cabo un plan de manejo sostenible. Al extraer más individuos de la selva hay una mayor flexibilidad para la aplicación de tratamientos silvícolas de regeneración y crecimiento tanto de especies muy valiosas como caoba y cedro, como de las otras especies.

Los árboles de las especies estudiadas se cosechan cuando tienen un diámetro de 40 cm. Utilizando las tasas de crecimiento anual obtenidas en este estudio, el jobo que fue la especie con la menor tasa de crecimiento anual



La vegetación de la parte sur del Estado de Campeche, donde se realizó el estudio, se clasifica como selva mediana subperennifolia. (Foto: C. Mize).

necesitaría 148 años para alcanzar un diámetro de 40 cm, en tanto que el tzalam tardaría 51 años para alcanzar el mismo diámetro. Pero estos crecimientos se observaron en una situación completamente natural en la que ningún tratamiento silvícola se aplicó. Es por lo tanto sumamente importante realizar estudios de manipulación de rodales, especialmente cuando estos son jóvenes, para ver si puede incrementar el crecimiento de estas especies cuya importancia en el manejo sostenible de las selvas de la región será cada vez mayor.

Carl Mize  
Departamento Forestal  
Iowa State University  
Ames, Iowa 50011.  
USA.

Patricia Negreros Castillo  
Roberto Centeno Erguera  
Campo Experimental Forestal  
"Ing. Eduardo Sangri Serrano"  
INIFAP. Apdo. 1. Escárcega  
Campeche, México

**Nota de la Editora:** El presente artículo se llevó a cabo con el apoyo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), México y el Proyecto No 3010 de la Estación Experimental de Agricultura y Economía Doméstica, de la Universidad de Iowa, Ames, E.U.A.

### Literatura citada

- ASHTON, P.S. 1981. The need for information regarding tree age and growth in tropical forests. In *Age and growth rate of tropical trees: new directions for research*. Ed. by F.H. Bormann-EH; G. Berlyn. Yale University. Bulletin, School of Forestry and Environmental Studies No. 94. p. 3-6.
- BARRERA, A.; GOMEZ-POMPA, A.; VAZQUEZ-YANES, C. 1977. El manejo de las selvas por los Mayas: sus implicaciones silvícolas y agrícolas. *Biótica (Méx.)* 22(2):47-61.
- BRISCOE, C. B. 1962. Medición del crecimiento de los árboles en los bosques tropicales. *Caribbean Forester (EE.UU.)* 23 (1): 15-20.
- DUCH G, J. 1988. La conformación territorial del estado de Yucatán. Los componentes del medio físico. Chapingo, Méx., Universidad Autónoma Chapingo. p. 295-395.
- EDWARDS, R.C. 1986. The human impact on the forest in Quintana, Roo, México. *Journal of Forest History* (30): 120-127.
- FERRUSQUA-VILLAFRANCA, I. 1993. Geology of Mexico: a synopsis. In *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Ed. by T. P. Ramammorthy; R. Bye; A. Lot; J. Fa. N.Y., EE.UU., Oxford University Press. p. 80-83.
- GOMEZ-POMPA, A. 1987. On Maya silviculture. *Regents of the University of California, Mexican studies* 3(1). 17 p.
- GOMEZ-POMPA, A.; FLORES, J. S.; SOUSA, V. 1987. The "Pet Kot": a man made tropical forest of the Maya. *Interciencia (Ven.)* 12(1): 10-15.
- LEIVA, J.M.; BOREL, R. 1993. Evaluación de tres especies forestales en plantaciones puras y sistema taungya: crecimiento de los árboles y producción de los cultivos. *Revista Forestal Centroamericana (C.R.)* 2 (4): 15-20.
- LOJAN, L. 1966. Una fórmula para estimar volúmenes en un bosque tropical húmedo. *Turrialba (C.R.)* 16 (1): 67-72.
- MARIAUX, A. 1981. Past efforts in measuring age and annual growth in tropical trees. In *Age and growth rate of tropical trees: new directions for research*. Ed. by F.H. Bormann-EH; G. Berlyn. Yale University. Bulletin, School of Forestry and Environmental Studies No. 94. p.20-30. New Haven, CT.
- TAMAYO, J. L. 1981. *Geografía Moderna de México*. México, D. F., Editorial Trillas. 400 p.
- TOLEDO, V.M.; ORDOÑEZ, M. DE J. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. In *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Ed. by T.P. Ramammorthy; R. Bye; A. Lot; J. Fa. N.Y., EE.UU., Oxford University Press. p. 757-777.