



# Incremento en diámetro y periodicidad de anillos de crecimiento de dos especies arbóreas en una selva húmeda del norte de Oaxaca, México

## Diameter increment and periodicity of growth rings of two tree species in a tropical rainforest of northern Oaxaca, Mexico

Elizandro Pineda-Herrera<sup>1</sup>, Juan Ignacio Valdez-Hernández<sup>2</sup>, Miguel Ángel López-López<sup>2</sup>, Filemón Manzano-Méndez<sup>3</sup>  
e Isaías Hazarmabeth Salgado-Ugarte<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Egresado del Postgrado Forestal, Colegio de Postgraduados, Texcoco, México.

<sup>2</sup>Asesoría e Investigación para el Manejo de Ecosistemas Forestales, Oaxaca, México.

<sup>4</sup>Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

\* Autor para correspondencia: elherrera2001@yahoo.com.mx

### RESUMEN

Se midió el incremento en diámetro y se determinó la periodicidad de los anillos de crecimiento de *Schizolobium parahyba* y *Vochysia guatemalensis* en una selva alta perennifolia de Comaltepec, Oaxaca. El crecimiento se midió bimestralmente con bandas dendrométricas. Se probaron seis categorías diamétricas, tres clasificaciones de simetría y de exposición de la copa a la luz solar. Se seleccionaron los periodos húmedos y relativamente secos durante las mediciones y se determinó su influencia en el crecimiento. Para determinar la periodicidad se marcó el cambium en un individuo por categoría diamétrica. Se relacionó el ancho de las zonas de crecimiento con la precipitación. *S. parahyba* creció más y lo hizo de acuerdo con la estacionalidad del clima. *V. guatemalensis* tuvo un ritmo continuo de crecimiento. En *S. parahyba* las categorías diamétricas mayores crecieron más ( $P \leq 0.05$ ) y no se presentó afinidad por alguna condición particular de exposición a la luz. No se encontraron diferencias en crecimiento en las categorías diamétricas, simetrías e iluminaciones de copa de *V. guatemalensis*. Ambas especies forman anillos anuales, totalmente conspicuos en *S. parahyba* y medianamente delineados en *V. guatemalensis*. El ancho de las zonas de crecimiento en el anillo de *S. parahyba* estuvo altamente relacionado con el periodo húmedo ( $P \leq 0.01$ ).

**PALABRAS CLAVE:** bandas dendrométricas, La Chinantla, *Schizolobium parahyba*, selva alta perennifolia, *Vochysia guatemalensis*.

### ABSTRACT

Diameter growth was estimated and periodicity of the growth rings was determined for *Schizolobium parahyba* and *Vochysia guatemalensis* in a tropical rain forest of Comaltepec, Oaxaca. Diameter growth was measured bimonthly by using dendrometer bands. Six diameter categories, three symmetries categories and three sunlight exposition levels were tested. Moist and relatively dry periods of time were selected during measurements operations, and their influence on tree growth was examined. To determine growth periodicity, the cambium of one tree per diameter category was labeled. Ring width was related with precipitation. *S. parahyba* grew faster than *V. guatemalensis* which showed a continuous growth rate. In *S. parahyba*, the largest diameter categories grew the most ( $P \leq 0.05$ ) and no affinity with any radiation condition was found. No differences in growth in diameter categories, symmetries and illuminations crown of *V. guatemalensis* were found. Both species produced annual rings, completely conspicuous in *S. parahyba* and slightly delineated in *V. guatemalensis*. Ring width was highly related with moist periods in *S. parahyba* ( $P \leq 0.01$ ).

**KEYWORDS:** dendrometer bands, Chinantla, *Schizolobium parahyba*, tropical rain forest, *Vochysia guatemalensis*.

## INTRODUCCIÓN

En el norte de Oaxaca, México, la región conocida como La Chinantla presenta una de las precipitaciones más altas del país (>3000 mm) (García, 1987) y alberga a la tercera zona más extensa de selvas húmedas a nivel nacional (González *et al.*, 1999). De acuerdo con Toledo *et al.* (1995), la cantidad de especies arbóreas útiles de este tipo de vegetación es superior a las ciento cincuenta solamente en los rubros: materiales de construcción, maderables y combustibles.

Considerando este potencial, resalta la importancia de contar con investigación básica sobre producción y diseminación de semillas, germinación, crecimiento, productividad, fotosíntesis, transpiración, arquitectura, variabilidad genética, mecanismos reproductivos e interacciones bióticas de las especies (Vázquez-Yanes y Guevara, 1985). Aunado a esto, la continua conversión de selvas húmedas en terrenos con fines pecuarios resaltan la importancia de conservar este patrimonio biológico (Dirzo, 2004).

El conocimiento de las tasas de crecimiento y la edad de especies arbóreas tropicales provee información relevante sobre su ecología y dinámica, además de ser fundamental en la extracción sustentable de los recursos maderables (Melo y Vargas, 2003; Rozendaal y Zuidema, 2011). La investigación en estos temas señala que dada la diversidad de especies en selvas, es necesario considerar el estado ontogenético, los factores abióticos-bióticos y los aspectos funcionales que pueden direccionarlo (Van der Sande *et al.*, 2015).

Una de las interrogantes omnipresente en cualquier estudio de crecimiento arbóreo tropical es la influencia del clima, el cual ha seguido afirmándose de forma extendida que no es estacional, ya que no se presentan épocas de secas marcadas. Debido a este nulo reposo en la actividad del cambium, no se formarían anillos que demuestren un crecimiento reducido o en latencia durante la época con menor precipitación (Azim y Okada, 2014).

En La Chinantla, Oaxaca, los estudios que se han realizado sobre crecimiento y edad son mínimos. Manzano (2010a; 2010b) encontró que individuos de 0 cm a 15

cm de *Zanthoxylum kellermanii* P. Wilson presentan mayores incrementos, así como aquellos que tienen copas simétricas e iluminadas, presentan anillos claramente distinguibles, con periodicidad anual y su anchura se correlaciona con la dinámica de la precipitación. Para otras especies no existen estudios al respecto.

*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (hasta 35 m de altura y 1 m de diámetro) y *Vochysia guatemalensis* Donn. Smith. (hasta 45 m de altura y 1,8 m de diámetro) se encuentran comúnmente en el norte de Oaxaca formando parte de los primeros estadios de la sucesión secundaria (Miranda y Hernández, 1963).

Los antecedentes sobre crecimiento y periodicidad de ambas especies en condiciones naturales demuestran que *S. parahyba* crece en altura favorecida por copas simétricas, iluminadas (Rozendaal *et al.*, 2006) y forma anillos de crecimiento anuales con precipitaciones menores a 2600 mm anuales (Tomazello *et al.*, 2004; Marcatti *et al.*, 2008; Callado y Cardoso, 2010). Para *V. guatemalensis* en condiciones naturales, el crecimiento se ha medido en individuos jóvenes en Bolivia (Iriarte y Chazdon, 2005) y en plantaciones de edad conocida en Costa Rica (Solís y Moya, 2004).

Considerando lo anterior, las preguntas de investigación fueron: a) ¿todas las especies arbóreas de las selvas húmedas del norte de Oaxaca crecen de forma distinta de acuerdo con sus dimensiones y condiciones de copa? b) ¿siendo una región con alta precipitación, no se esperaría un efecto estacional en los incrementos en diámetro? y b) ¿todas las especies arbóreas de las selvas húmedas del norte de Oaxaca forman anillos de crecimiento visibles y anuales?

## OBJETIVOS

Medir el incremento en diámetro entre árboles de distintas clases diamétricas y condiciones de copa, establecer la existencia de estacionalidad de la precipitación y la temperatura en los incrementos; así como determinar la periodicidad de anillos de crecimiento en árboles de *S. parahyba* y *V. guatemalensis* en una selva húmeda del norte de Oaxaca, México.



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Zona de estudio

Se localiza en la comunidad de San Martín Soyolapan (17° 41' 53,5" N; 96° 16' 57,3" O), cuenca del río Papaloapan, municipio de Santiago Comaltepec, Sierra Norte del estado de Oaxaca, a una altura de 60 m snm (Inegi, 2005). El clima es de tipo Am e(g)w": cálido húmedo con lluvias todo el año, precipitación anual de hasta 3000 mm anuales y temperatura media anual de 24 °C (García, 1987). El relieve se compone de elevaciones y lomeríos, el material parental lo constituyen rocas sedimentarias y los suelos son acrisoles (Inegi, 2005). El tipo de vegetación corresponde a una selva alta perennifolia (Miranda y Hernández, 1963).

### Incremento en diámetro

Los árboles de *S. parahyba* se encontraron en terrenos desmontados con fines pecuarios y en los alrededores de selva secundaria. *V. guatemalensis* se localizó en selva secundaria utilizada anteriormente con fines agrícolas.

A un total de 42 árboles: 16 de *S. parahyba* y 26 de *V. guatemalensis*, se les colocaron bandas dendrométricas a una altura de 1.30 m sobre el nivel del suelo (DAP) (Manzano *et al.*, 2010a) y fueron agrupados en seis categorías diamétricas de cinco centímetros de amplitud (desde 2,5 cm hasta 32,5 cm de DAP). Las mediciones del incremento se realizaron en estas bandas cada dos meses: de julio 2006 a julio 2007 para *S. parahyba* y de mayo 2006 a julio 2007 para *V. guatemalensis*.

Las categorías se definieron por un límite inferior y uno superior de medición, determinado por la disponibilidad de individuos. Estos límites se establecen con el propósito de obtener la dinámica de crecimiento por estructura de edades de la población a estudiar (Melo y Vargas, 2003).

Las copas de los árboles medidos se categorizaron de acuerdo con su simetría: 1. copa asimétrica, 2. copa parcialmente simétrica, 3. copa simétrica; exposición de luz solar de su copa: 1. iluminación escasa o nula, 2. iluminación parcial, 3. iluminación total (modificado de Manzano *et al.*, 2010a).

Para comparar el crecimiento entre categorías diamétricas y condiciones de copa se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) y pruebas de comparación de medias (Tukey) empleando el paquete estadístico Stata (Stata Corp, 2005).

### Influencia de factores climáticos en el incremento en diámetro

Con el propósito de establecer la existencia de estacionalidad del clima en los incrementos en diámetro, se obtuvieron datos de precipitación y temperatura mensuales. Estos datos se obtuvieron del Servicio Meteorológico Nacional, para el periodo de medición, de la estación más cercana (Valle Nacional) a la comunidad. De acuerdo con los criterios de Walter (1977) en cuanto a cantidad de lluvia, los meses de medición se clasificaron en periodos húmedos (>100 mm) y relativamente secos (< 100 mm).

Con estos datos, se tabularon por cada periodo: la temperatura promedio, los días con lluvia, la lluvia acumulada y el crecimiento promedio acumulado (adaptado de Interián-Ku *et al.*, 2014).

### Periodicidad de anillos de crecimiento

Se marcó el cambium vascular realizando incisiones (10 cm - 15 cm de largo y 0,5 cm de profundidad) (Galán *et al.*, 2011) cada dos meses (mayo 2006-julio 2007) al tronco de un individuo a una altura de 1,30 m (DAP) por cada categoría diamétrica de ambas especies, así como a uno adicional de 30 cm de *V. guatemalensis*. En julio de 2007, los árboles marcados de ambas especies se derribaron para obtener las rodajas respectivas, las cuales fueron cepilladas y pulidas con una lijadora orbital Trupper mod ¼ A en una secuencia de grados: 80, 120, 150, 220, 240, 320, 400 hasta distinguir los anillos y establecer la periodicidad en su formación.

Se midió el ancho de las zonas de crecimiento de todas las rodajas obtenidas y se realizó una regresión lineal en STATA (Stata Corp., 2005) con la precipitación, tanto para los periodos húmedos como para los relativamente secos (Galán *et al.*, 2011).

## RESULTADOS

### Incremento en diámetro

*S. parahyba* creció en promedio 0,72 cm y *V. guatemalensis* 0,58 cm. La figura 1 muestra que *S. parahyba* presentó un patrón de acuerdo con la marcha de la precipitación, ya que en el periodo relativamente seco (Noviembre-Abril) la curva no tiene pendiente hasta que se presentan nuevamente las lluvias. *V. guatemalensis* presentó una pendiente continua, sin intervalos de descanso entre periodos.

En todas las curvas se observó una fase de crecimiento mínimo o reposo desde octubre hasta mayo y un ascenso al iniciar la época de lluvias. En *S. parahyba*, las categorías cuyas curvas mostraron más individuos con el mayor incremento fueron 20, 30, 5, 10 y 15 (Fig. 2). En *V. guatemalensis* los individuos con mayores incrementos pertenecieron a las categorías 10, 15, 25, 20 y 5 (Fig. 3).

Las categorías diamétricas de *S. parahyba* en orden descendente de incremento en diámetro fueron 20, 30, 5, 15 y 10, los máximos incrementos máximos también se dieron en el mismo orden. Los incrementos mínimos comprendieron 20, 5, 30, 10 y 15. En *V. guatemalensis* las

categorías que más crecieron en promedio fueron: 10 y 15, seguidas por: 25, 20 y 5; en tanto los máximos incrementos siguieron el mismo orden mencionado. Los incrementos mínimos se presentaron en orden descendente en 10, 15, 25, 5 y 20 (Tabla 1).

Estadísticamente, las categorías diamétricas de *S. parahyba* fueron significativamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ) (Tabla 2). La categoría 20 fue significativamente mayor que las 5, 10 y 15 ( $P \leq 0,05$ ); similar con 30 y 5. Hubo similitudes entre 10 y 15. (Tabla 3). *V. guatemalensis* no presentó diferencias significativas entre sus categorías (Tabla 2).

Todos los árboles de *S. parahyba* tuvieron una copa simétrica y no hubo individuos con iluminación 1, por lo que se compararon únicamente sus incrementos de acuerdo con la iluminación total y parcial de sus copas. En la figura 4 se observa que la mayor cantidad de individuos estuvieron totalmente iluminados, seguidos de los parcialmente iluminados. Las curvas con mayores incrementos fueron las de individuos totalmente iluminados.

Los individuos de *V. guatemalensis* presentaron mayoritariamente copas parcialmente simétricas, seguidas de las simétricas y asimétricas. El mismo orden se observó en la iluminación de copas (Fig. 5 y 6).

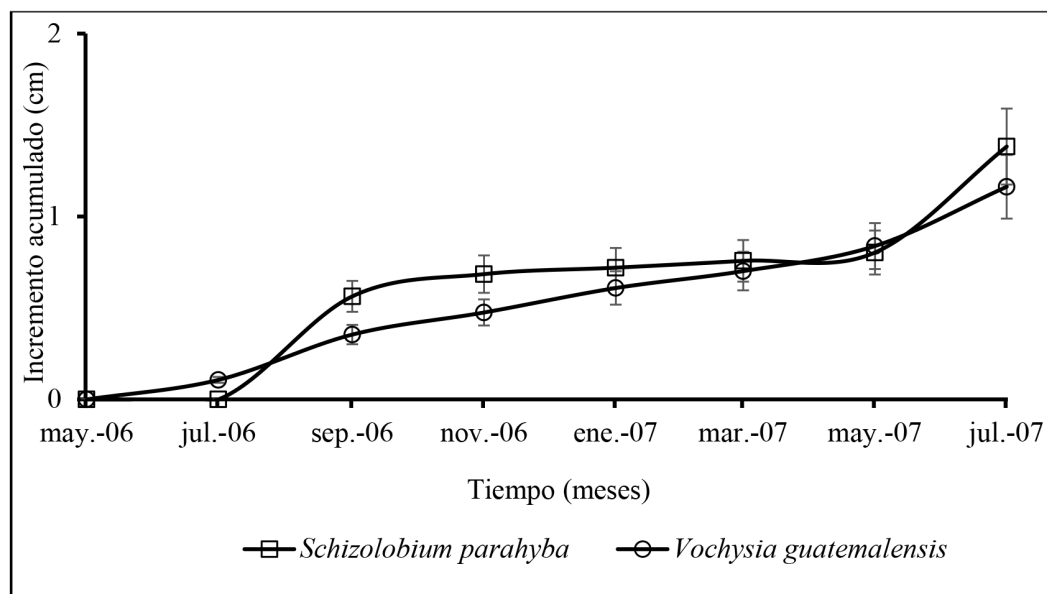


FIGURA 1. Curvas de incremento en diámetro para ambas especies.

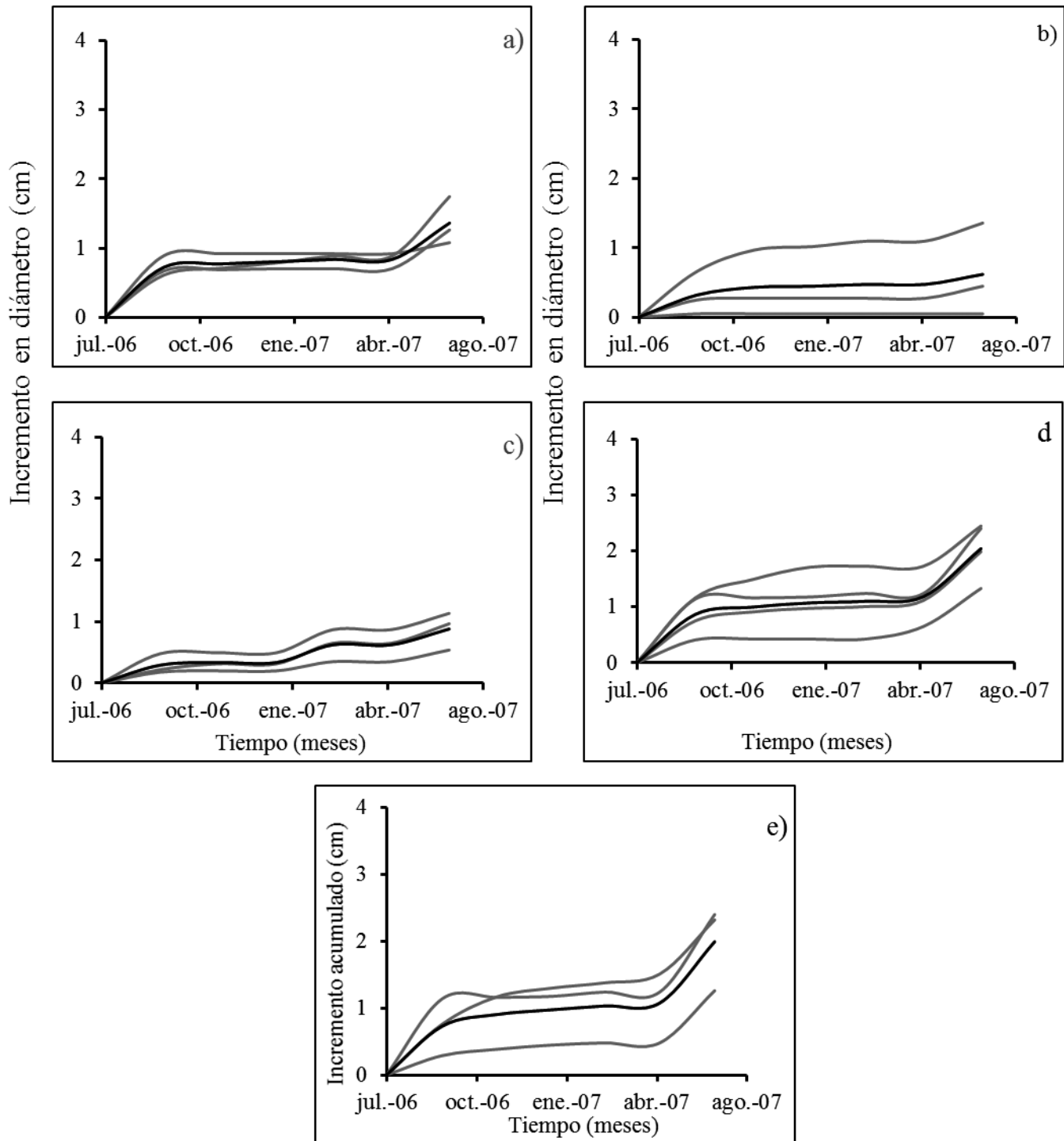


FIGURA 2. Curvas de incremento en diámetro para categorías diamétricas de *Schizolobium parahyba*. a) 5 cm, b) 10 cm, c) 15 cm, d) 20, e) 30 cm, (—) Valores promedio.

TABLA 1. Tasas de crecimiento anual en diámetro de ambas especies.

		Categorías diamétricas						
		5	10	15	20	25	30	
<i>Schizolobium parahyba</i>	Número de árboles	3	3	3	4	0	3	
	Incremento promedio anual (cm)	Mínimo	0,72	0,32	0,29	0,86	-	0,55
		Medio	0,76	0,39	0,44	1,03	-	0,82
		Máximo	1,36	0,61	0,88	2,04	-	1,69
	Desviación estándar	0,3459	0,1805	0,2542	0,5204	-	0,4478	
<i>Vochysia guatemalensis</i>	Número de árboles	4	5	6	7	3	0	
	Incremento promedio anual (cm)	Mínimo	0,04	0,16	0,15	0,02	0,07	-
		Medio	0,25	0,70	0,66	0,44	0,49	-
		Máximo	0,55	1,61	1,44	0,98	1,07	-
	Desviación estándar	0,1788	0,5177	0,4734	0,3433	0,3676	-	

TABLA 2. Análisis de varianza del crecimiento en diámetro para ambas especies.

Especie	Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
<i>Schizolobium parahyba</i>	Categorías diamétricas	4	0,5690	2,8504	0,04*
	Error	30	0,1787		
<i>Vochysia guatemalensis</i>	Categorías diamétricas	4	0,3874	2,2035	ns
	Error	35	0,1785		

F Valor de F calculado; \*  $P \leq 0,05$ ; ns no significativo.

TABLA 3. Comparación de medias (Tukey) para el crecimiento en diámetro (cm) de categorías diamétricas de *Schizolobium parahyba*.

	Categoría					N	DMS
	5	10	15	20	30		
Media	0,76a	0,39b	0,44b	1,03ac	0,82ac	16	0,4168

Valores con letras distintas fueron estadísticamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ); N Número de individuos; DMS Diferencia mínima significativa

Los incrementos promedio, mínimo y máximo de *S. parahyba* para iluminación de sus copas fueron mayores para aquellos totalmente iluminados (Tabla 4). Las copas simétricas y totalmente iluminadas en los incrementos

promedio, mínimo y máximo de *V. guatemalensis* mostraron los mayores valores (Tabla 4).

En *V. guatemalensis* no hubo diferencias significativas entre diferentes simetrías de copa (Tabla 5). En ambas

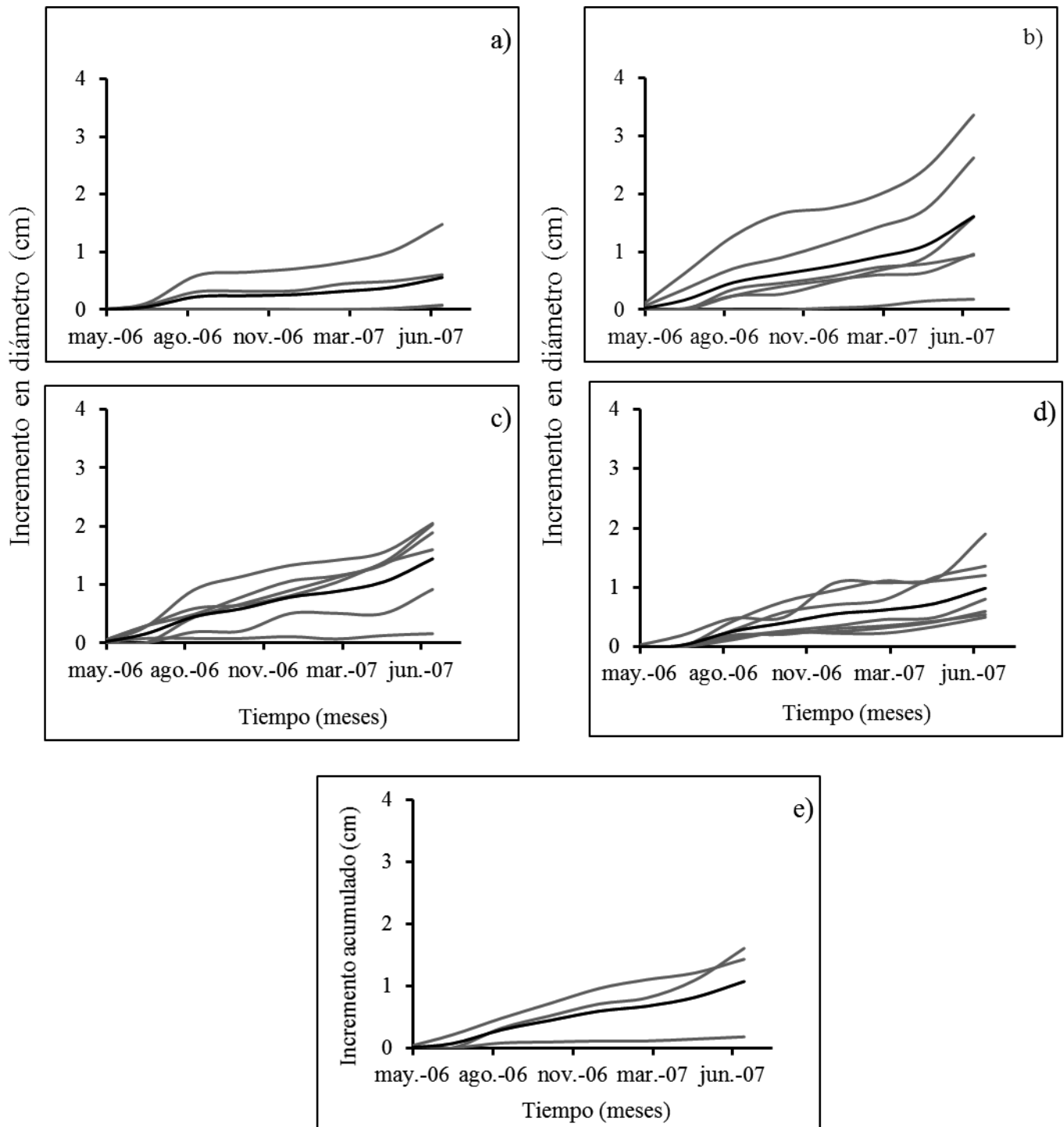


FIGURA 3. Curvas de incremento en diámetro para categorías diamétricas de *Vochysia guatemalensis*. a) 5 cm, b) 10 cm, c) 15 cm, d) 20, e) 25 cm, (—) Valores promedio.

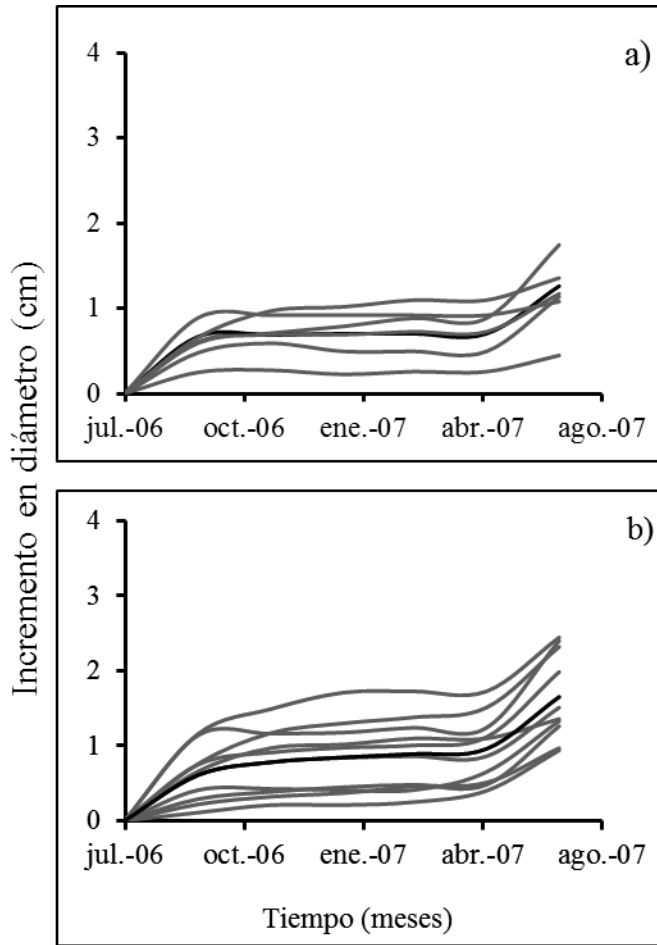


FIGURA 4. Curvas de incremento en diámetro para iluminación de copa de *Schizolobium parabyba*. a) copa parcialmente iluminada, b) copa totalmente iluminada, (—) Valores promedio.

especies no se presentaron diferencias significativas entre diferentes exposiciones a la luz (Tabla 5).

### Influencia de factores

#### climáticos en el incremento en diámetro

La tabla 6 muestra que *S. parabyba* creció aun en sequía relativa con incrementos mínimos, algunos días con lluvia y menores temperaturas en el invierno. *V. guatemalensis* creció de una forma más constante, aun con menos días de lluvia y aumento de la temperatura en sequía relativa. Ambas especies respondieron con mayores incrementos del diámetro con presencia de lluvias por arriba de los 100 mm.

### Periodicidad de anillos de crecimiento

En la figura 7a-b se presentan las cicatrices generadas por las incisiones, las cuales indican que la formación de zonas de crecimiento está compuesta por un anillo en ambas especies, de julio de 2006 a julio de 2007 en *S. parabyba* (Fig. 7c) y de mayo de 2006 a julio de 2007 en *V. guatemalensis* (Fig. 7d). Estos anillos son conspicuos en *S. parabyba* y delimitados por bandas de parénquima y fibras, se encontraron anillos falsos o discontinuos (Fig. 7e). En *V. guatemalensis* los anillos son medianamente conspicuos y delimitados por hasta tres bandas de parénquima y fibras (Fig. 7f).

Las relación entre el ancho de las zonas de crecimiento y la precipitación fue alta para *S. parabyba* ( $R^2 = 0,96$ ) y asociada significativamente con el periodo húmedo del año ( $P \leq 0.01$ ) (Fig. 8, Tabla 7). En *V. guatemalensis* ambas variables estuvieron medianamente relacionadas, ( $R^2 = 0,54$ ) sin diferencias significativas para ambos periodos de precipitación (Fig. 8, Tabla 7).

### DISCUSIÓN

El patrón de crecimiento de *S. parabyba* en el presente estudio se relaciona con la marcha de la precipitación y muestra un carácter estacional durante la época relativamente seca, aun cuando no cesa de crecer absolutamente. Esto se ha encontrado también para otras leguminosas en estudios de similar duración en Terra Firme, Brasil (2485 mm) (Botosso y Vetter, 1991) y Kerala, India (4000 mm) (Pelissier y Pascal, 2000). *V. guatemalensis* crece de forma continua, sin estacionalidad contundente, un comportamiento comúnmente encontrado en Costa Rica (Delgado *et al.*, 2003; Solis y Moya, 2004).

La tendencia de las categorías diamétricas mayores de *S. parabyba* a crecer más, obedece a una mayor producción fotosintética, resultado de copas con mayores dimensiones (Swaine, 1987). Esta especie es descrita en la literatura como pionera durable dada su presencia inicial en la sucesión y en etapas posteriores, cuando el dosel ya no es totalmente permeable a la luz (Rozendaal *et al.*, 2006). Ello confirma la plasticidad de su copa para crecer en una u otra condición. Pineda-Herrera *et al.* (2011)





TABLA 4. Tasas de crecimiento anual en diámetro para condiciones de copa de ambas especies.

		Condiciones de copa					
		S1	S2	S3	I1	I2	I3
<i>Schizolobium parahyba</i>							
Número de árboles		-	-	-	-	6	10
Incremento promedio anual (cm)	Mínimo	-	-	-	-	0,59	0,61
	Medio	-	-	-	-	0,65	0,82
	Máximo	-	-	-	-	1,17	1,65
Desviación estándar		-	-	-	-	0,3190	0,4527
<i>Vochysia guatemalensis</i>							
Número de árboles		5	16	5	5	16	5
Incremento promedio anual (cm)	Mínimo	0,02	0,11	0,10	0,03	0,13	0,10
	Medio	0,22	0,59	0,65	0,15	0,42	0,51
	Máximo	0,52	1,29	1,45	0,48	1,28	1,51
Desviación estándar		0,1584	0,4008	0,4909	0,1555	0,4215	0,5108

S1 Copa asimétrica; S2 Copa parcialmente simétrica; S3 Copa simétrica; I1 Copa poco iluminada; I2 Copa parcialmente iluminada; I3 Copa iluminada.

TABLA 5. Análisis de varianza del crecimiento en diámetro para condiciones de copa en ambas especies.

Especie	Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
<i>Schizolobium parahyba</i>	Iluminación de copa	1	0,0927	0,5181	ns
	Error	12	0,1889		
	Simetría de copa	2	0,2853	2,8211	ns
<i>Vochysia guatemalensis</i>	Error	18	0,1011	2,9009	ns
	Iluminación de copa	2	0,4383		
	Error	21	0,1511		

F Valor de F calculado; ns no significativo.

explican esta plasticidad de su modelo arquitectónico: ramas en ángulos de 90 grados en individuos jóvenes están expuestas totalmente y ángulos de 45 grados lo están parcialmente en individuos adultos.

Aun cuando en *V. guatemalensis* no se presentaron diferencias significativas entre los estadios ontogenéticos, ni las condiciones de copa con los incrementos medidos, este comportamiento describe a la especie como pionera durable que responde de forma oportunista a la luz y que

tolera condiciones de sombra en etapa iniciales de crecimiento (Iriarte y Chazdon, 2005).

La arquitectura de esta especie cambia de acuerdo con su estadio, individuos jóvenes presentan ramas principales con 90° y en adultos esta magnitud es de 40° o 45° (Pineda-Herrera *et al.*, 2011), así mismo la superficie foliar de sus hojas compuestas y su densidad de estomas contribuyen a mantener la actividad fotosintética en distintos escenarios de iluminación (Popma *et al.*, 1992).

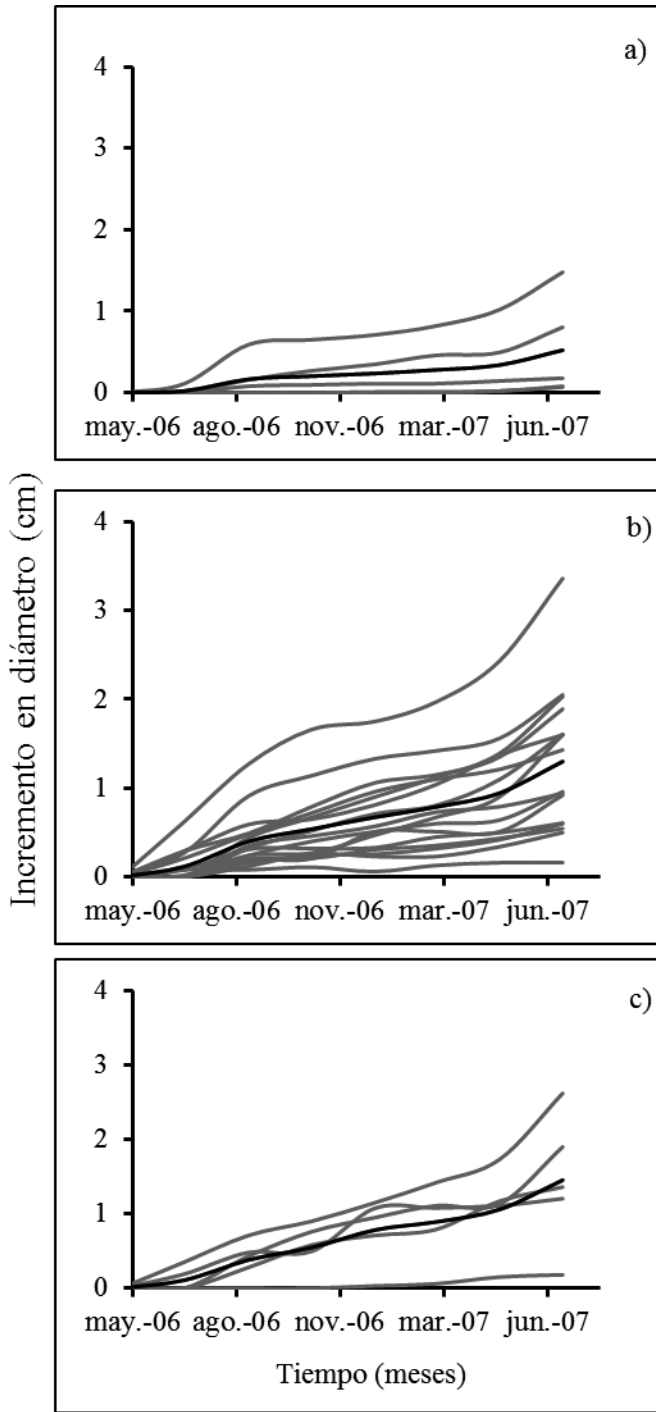


FIGURA 5. Curvas de incremento en diámetro para simetrías de copa de *Vochysia guatemalensis*. a) copa asimétrica, b) parcialmente simétrica, c) simétrica, (—) Valores promedio.

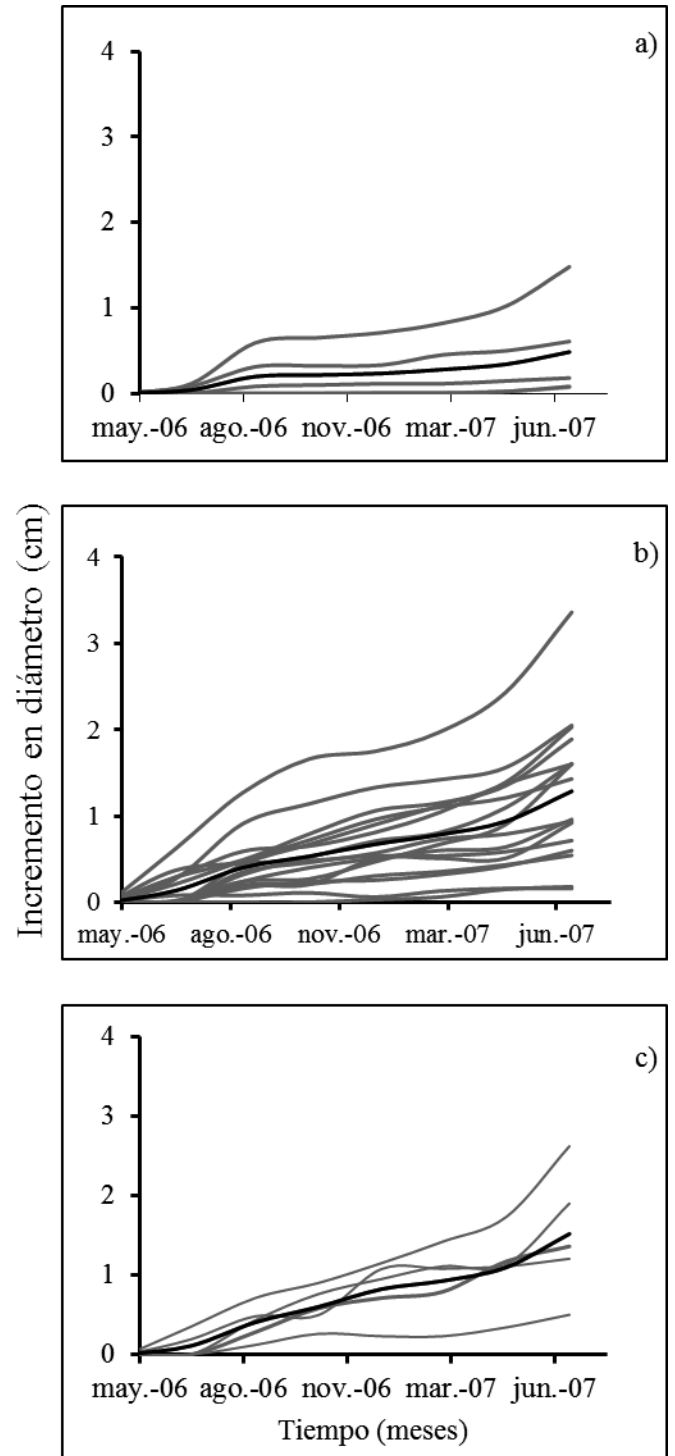


FIGURA 6. Curvas de incremento en diámetro para iluminación de copa de *Vochysia guatemalensis*. a) copa escasamente iluminada, b) copa parcialmente iluminada, c) copa iluminada (—) Valores promedio.

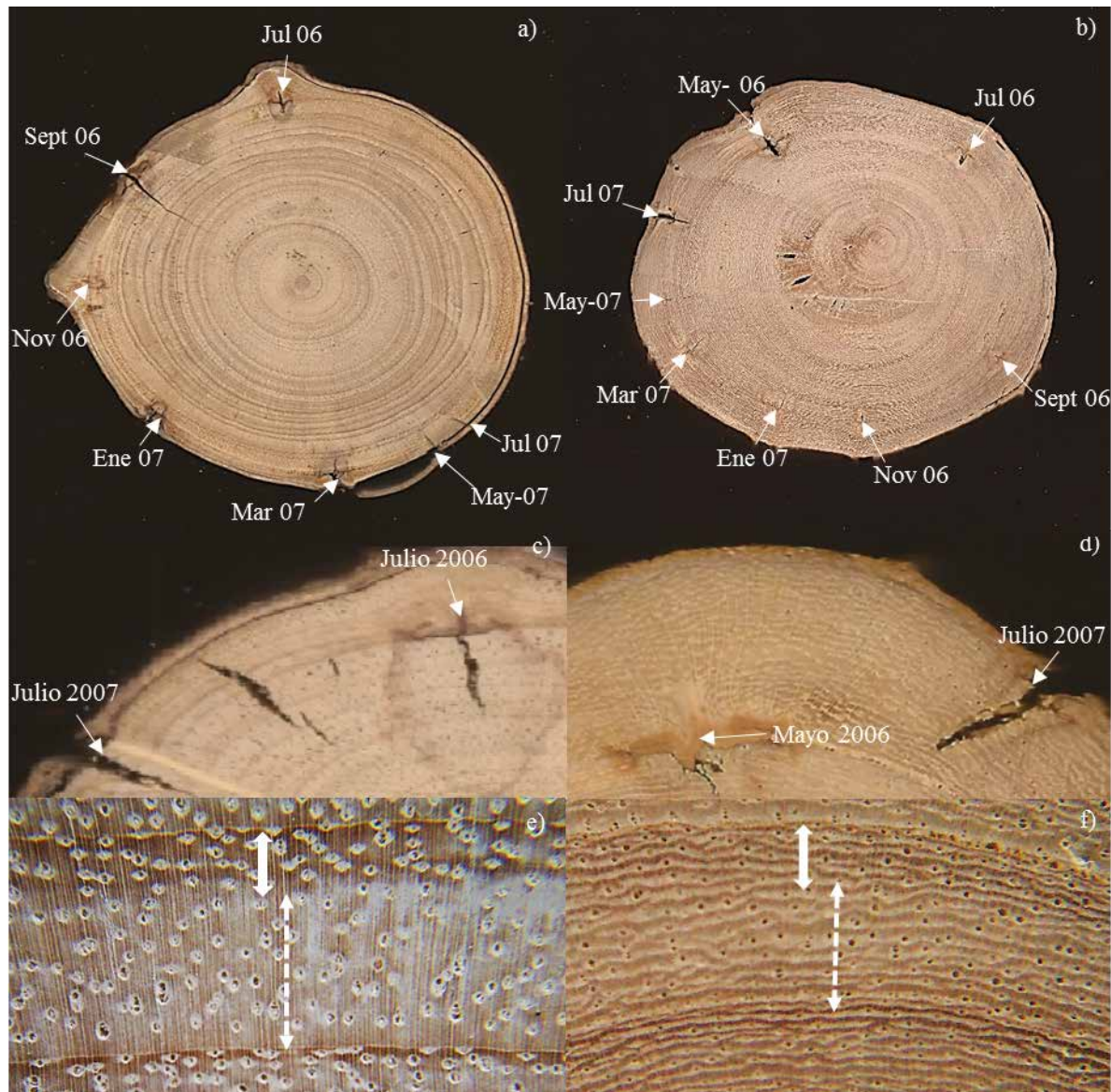


FIGURA 7. Periodicidad del crecimiento de ambas especies. a). cicatrices en rodaja de 15 cm de *Schizolobium parahyba*. b). cicatrices en rodaja de 15 cm de *Vochysia guatemalensis*. c). cicatrices inicial y final en *Schizolobium parahyba*. d). cicatrices inicial y final en *Vochysia guatemalensis*. e). zonas de crecimiento en anillos de *Schizolobium parahyba*. f). zonas de crecimiento en anillos de *Vochysia guatemalensis*. Flechas continuas: periodo de sequía relativa. Flechas discontinuas: periodo húmedo.

La aparente estacionalidad en la que crece *S. parahyba*, se comprobó en la investigación de Pineda-Herrera *et al.* (2012) en la misma zona de estudio, donde la especie fue sensible al estrés hídrico en la época seca, pero sin detener sus procesos reproductivos. La aparición

de lluvias intensas a principios del verano también se correlacionó con el brote de hojas.

Los mismos autores señalan que *V. guatemalensis* no tiene un comportamiento estacional contundente, aun cuando pierde parte de sus hojas en la época relativamente seca y las repone conforme aumenta la humedad del suelo.

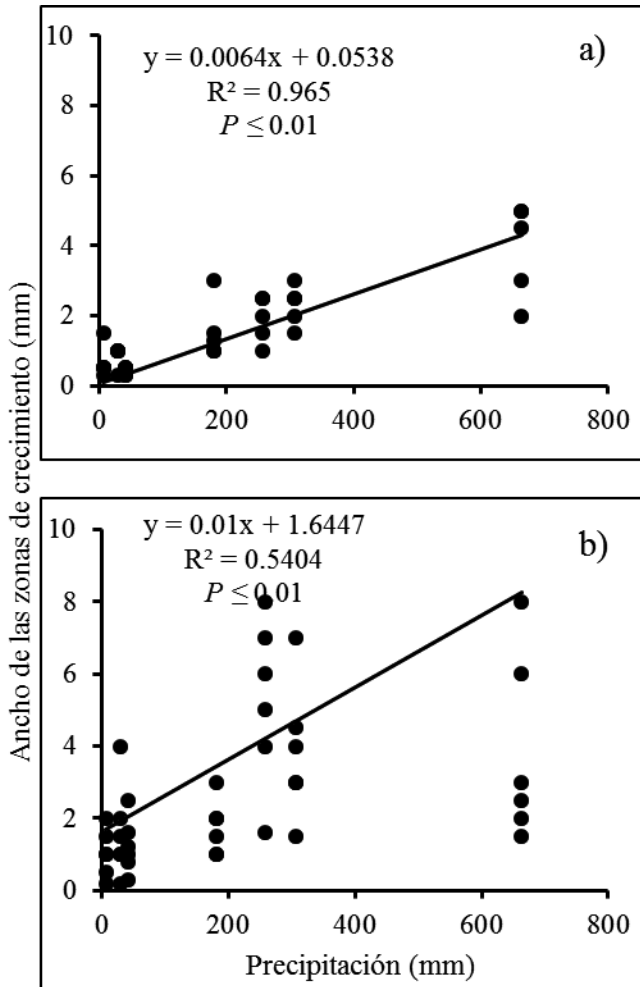


FIGURA 8. Relación de la precipitación con el ancho de las zonas de crecimiento. a). *Schizolobium parahyba*, b). *Vochysia guatemalensis*.

La temperatura sí tiene un papel estacional, al no participar en ningún evento fenológico.

La formación de anillos en *S. parahyba* coincide con lo encontrado por Tomazello *et al.*, (2004) (1357 mm) y Marcatti *et al.* (2008) (1399 mm) para esta especie en Brasil, en la delimitación por hilera de parénquima y significativamente correlacionados con la precipitación (Callado y Cardoso, 2010) (2076 mm). La periodicidad de *V. guatemalensis* en la zona de estudio no se correlaciona con la precipitación, los caracteres anatómicos de su madera dificultan diferenciar entre zonas de crecimiento, lo que es un patrón característico del género *Vochysia* (León, 2005).

### CONCLUSIONES

*S. parahyba* tiene ritmo de crecimiento estacional y anual, asociado con la dinámica de la precipitación, sus mayores incrementos se asocian con individuos en etapas sucesionales avanzadas. *V. guatemalensis* tiene un ritmo de crecimiento continuo, el cual no está determinado por factores del clima, ni por la edad de sus individuos, su simetría o la iluminación de sus copas, sino por el estado sucesional en que se encuentre. La periodicidad de sus anillos anuales no tiene relación con los factores del clima.

### RECONOCIMIENTOS

El primer autor solventó sus estudios de posgrado con el apoyo de los contribuyentes a través del Consejo Nacional

TABLA 6. Tasas de incremento en diámetro acumulado de ambas especies de acuerdo con la temperatura promedio, días con lluvia y marcha de la precipitación (Mayo 2006-Julio-2007).

Periodo	H	H	Rs	H	Rs	Rs	Rs	Rs	H		
	2006					2007					
	M-J	J-S	O	N	D	E	F	M-M	J-J		
Temperatura promedio (°C)	28,9	28,3	27,4	24,4	22,8	23,6	23,5	28	29,5		
Días con lluvia	22	56	13	11	9	10	7	8	29		
Precipitación (mm)	380,6	986,4	90,9	180,5	99,4	27	93,6	94,1	371,6		
Incremento acumulado (cm)	<i>Schizolobium parahyba</i>		-	0,56	0,60	0,68	0,70	0,72	0,73	0,75	1,38
	<i>Vochysia guatemalensis</i>		0,12	0,35	0,40	0,47	0,51	0,60	0,65	0,83	1,16

H Húmedo; Rs Relativamente seco.



TABLA 7. Análisis de regresión para ancho de zona de crecimiento y periodo de precipitación por especie.

Especie	Periodo	Coficiente	Error	Estadístico t	P
<i>Schizolobium parahyba</i>	Húmedo	0,2516492	0,2005936	1,25452254	0,014*
	Seco	0,63096774	0,25191339	2,50470113	ns
<i>Vochysia guatemalensis</i>	Húmedo	2,61112771	1,7058915	1,53065286	ns
	Seco	1,09014337	0,42985221	2,53608881	ns

\*  $P \leq 0,01$ ; ns no significativo

de Ciencia y Tecnología (CONACYT). El comisariado comunal de Santiago Comaltepec apoyó en todo momento con la investigación al igual que las autoridades de la agencia municipal de San Martín Soyolapan. El servicio meteorológico nacional (SMN) proporcionó los datos del clima.

## REFERENCIAS

- Azim, A.A. y N. Okada. 2014. Occurrence and anatomical features of growth rings in tropical rainforest trees in Peninsular Malaysia: a preliminary study. *Tropics* 23(1):15-31.
- Botosso, P.C. y R.E. Vetter. 1991. Alguns aspectos sobre a periodicidade e taxa de crescimento em 8 espécies arbóreas tropicais de Floresta de Terra Firme (Amazônia). *Revista do Instituto Florestal* 3(2):163-180.
- Callado, C.H., y R.C. Guimarães. 2010. Tree-ring study of *Schizolobium parahyba* (Leguminosae: Caesalpinioideae) after a mortality episode in Ilha Grande, Rio de Janeiro state. *Brazilian Journal of Botany* 33(1):84-91.
- Delgado, A., M. Montero, O. Murillo y M. Castillo. 2003. Crecimiento de especies forestales nativas en la zona norte de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 27(1):63-78.
- Dirzo, R. 2004. Las selvas tropicales. Epítome de la crisis de la biodiversidad. *Biodiversitas* 56:12-15.
- Galán-Larrea, R., J.I. Valdez-Hernández, H. de los Santos-Posadas y J.L. López-López. 2011. Periodicidad en la madera de cuatro especies arbóreas de la costa de Oaxaca. In: A.R. Endara-Agramont, A. Mora-Santacruz, J.I. Valdez-Hernández, eds. Bosques y Árboles del Trópico Mexicano: Estructura, Crecimiento y Usos. CUCBA-Universidad de Guadalajara-Prometeo ediciones. Guadalajara, México. p:37-56.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 115 p.
- González, A., M. Alfaro, M. Bolaños, J. de los Santos, J. Rosalío y J. López P. 1999. Conservación de la biodiversidad y desarrollo sustentable en áreas prioritarias para la Región de la Chinantla, Oaxaca. PAIR A.C.-Grupo Mesófilo. México, D.F. 79 p.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática). 2005. Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación: escala 1:250 000. Serie III. Aguascalientes, México.
- Interián-Ku, V.M., H. Vaquera-Huerta, J.I. Valdez-Hernández, E. García-Moya, A. Romero-Manzanares y A. Borja-De la Rosa. 2014. Influencia de factores morfológicos y ambientales sobre el crecimiento en diámetro de *Caesalpinia gaumeri* Greenm en un bosque tropical caducifolio en México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 20(3):255-270.
- Iriarte, VB. S. y R.L. Chazdon. 2005. Light-dependent seedling survival and growth of four tree species in Costa Rican second-growth rain forests. *Journal of Tropical Ecology* 21(04):383-395.
- León, W. 2005. Estudio anatómico de la madera de 21 especies del género *Vochysia* POIR. (Vochysiaceae). *Acta Botánica Venezuelana* 28(2):213-232.
- Manzano, F., J.I. Valdez, M.A. López y H. Vaquera. 2010a. Crecimiento en diámetro de *Zanthoxylum kellermanii* P.

- Wilson en una selva perennifolia del norte de Oaxaca, México. *Madera y Bosques* 16(2):19-33.
- Manzano, F. 2010b. Crecimiento, periodicidad y biomasa de *Zanthoxylum kellermanii* P. Wilson en una selva perennifolia del norte de Oaxaca. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. México. 85 p.
- Marcati, C., E. Camilla, R. Díaz y S. Rodríguez. 2008. Seasonal development of secondary xylem and phloem in *Schizobium parahyba* (Vell.) Blake (Leguminosae: Caesalpinioideae). *Trees* 22:3-12.
- Melo, O. y R. Vargas. 2003. Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia 75 p.
- Miranda, F. y E. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.
- Pélissier, R. y J.P. Pascal. 2000. Two-year tree growth patterns investigated from monthly girth records using dendrometer bands in a wet evergreen forest in India. *Journal of Tropical Ecology* 16(03):429-446.
- Pineda-Herrera, E., J.I. Valdez, M.A. López, I. Salgado y F. Manzano. 2011. Arquitectura de dos especies arbóreas en una selva alta perennifolia de Oaxaca en: Bosques y Árboles del Trópico Mexicano: Estructura, Crecimiento y Usos. In: A.R. Endara-Agramont, A. Mora-Santacruz, J.I. Valdez-Hernández, eds. Bosques y Árboles del Trópico Mexicano: Estructura, Crecimiento y Usos. CUCBA-Universidad de Guadalajara-Prometeo ediciones. Guadalajara, México. p: 23-36.
- Pineda-Herrera, E., J.I. Valdez y M.A. López. 2012. Fenología de dos especies arbóreas en una selva alta perennifolia del Norte de Oaxaca. *Botanical Sciences* 90(2):185-193.
- Popma, J., F. Bongers y M.J.A. Werger. 1992. Gap-dependence and leaf characteristics of trees in a tropical lowland rain forest in Mexico. *Oikos* 63:207-214.
- Rozendaal, D.M., V.H. Hurtado y L. Poorter. 2006. Plasticity in leaf traits of 38 tropical tree species in response to light; relationships with light demand and adult stature. *Functional Ecology* 20(2):207-216.
- Rozendaal, D.M. y Zuidema P.A. 2011. Dendroecology in the tropics: a review. *Trees* 25(1):3-16.
- Swaine, M.D., D. Lieberman y F. E. Putz. 1987. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. *Journal of tropical Ecology* 3(04):359-366.
- Solís, M. y R. Moya. 2004. *Vochysia guatemalensis* en Costa Rica. COSEFORMA-GTZ. San José, Costa Rica. 100 p.
- STATA. Statistics/Data Analysis. Stata Corp. 1984-2005. Texas, USA.
- Toledo, V.M., A.I. Batis, R. Becerra, E. Martínez y C.H. Ramos. 1995. La selva útil: etnobotánica cuantitativa de los grupos indígenas del trópico húmedo de México. *Interciencia* 20(4):177-187.
- Tomazello, M., C.S. Lisi, N. Hansen y G. Cury. 2004. Anatomical features of increment zones in different tree species in the State of São Paulo, Brazil. *Scientia Forestalis* 66:46-55.
- Van der Sande, M.T., P. Zuidema y F. Sterck. 2015. Explaining biomass growth of tropical canopy trees: the importance of sapwood. *Oecologia* 177(4):1145-1155.
- Vázquez-Yanes, C. y S. Guevara S. 1985. Caracterización de los grupos ecológicos de árboles de la selva húmeda. In: A. Gómez-Pompa y S. Del Amo, eds. Investigaciones Sobre la Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Alhambra Mexicana. México, .D.F. p:67-78.
- Walter, H. 1977. Zonas de vegetación y clima. Ediciones Omega. Barcelona, España. 245 p.

Manuscrito recibido el 15 de marzo de 2014.  
Aceptado el 27 de mayo de 2015.

Este documento se debe citar como:  
Pineda-Herrera, E., J.I. Valdez-Hernández, M.A. López-López, F. Manzano-Méndez e I.H. Salgado-Ugarte. 2015. Incremento en diámetro y periodicidad de anillos de crecimiento de dos especies arbóreas en una selva húmeda del norte de Oaxaca, México. *Madera y Bosques* 21(3):55-68.