

FRUIT AND SEED PRODUCTION OF TWO TREE NATIVE SPECIES IN A CLOUD FOREST FROM VERACRUZ, MEXICO

Yureli García-De La Cruz¹, Angélica María Hernández-Ramírez²,
José María Ramos-Prado², y Luis Alejandro Olivares-López¹

¹Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana. Calle Araucarias s/n, col. 21 de Marzo. Interior de la Ex-Hacienda Lucas Martín, cp 91019, Xalapa, Veracruz, México. ²Centro de EcoAlfabetización y Diálogo de Saberes, Universidad Veracruzana.

Av. de las Culturas Veracruzanas. Núm. 1, col. Emiliano Zapata, cp 91060, Xalapa, Veracruz, México. Correo electrónico: yureli1@hotmail.com

RESUMEN

Se estimó y comparó la producción de frutos y semillas de una muestra de árboles pertenecientes a *Alchornea latifolia* y *Liquidambar styraciflua* en un bosque de niebla en la zona centro del estado de Veracruz. Los individuos se seleccionaron con base en sus características fenotípicas; se tomaron datos estructurales (diámetro a la altura del pecho, altura y cobertura) y éstas se compararon con la producción semillera en cada especie. Se estimó una producción de 70 380 frutos, 140 760 semillas y 6.02 kg por árbol en *Alchornea latifolia* y, 5 738 frutos, 303 218 semillas y 0.7 kg por árbol en *Liquidambar styraciflua*. Ninguna de las variables estructurales de los árboles superiores contribuyó a explicar la producción de frutos y semillas. Sin embargo, la variación entre individuos (identidad del árbol) contribuyó a explicar las diferencias observadas en la producción de infrutescencias por rama, el número de semillas por infrutescencia, así como el peso de las semillas por infrutescencia en ambas especies.

Palabras clave: *Alchornea latifolia*, *Liquidambar styraciflua*, árboles superiores, germoplasma, bosque de niebla.

ABSTRACT

Fruit and seed production were estimated and compared from a sample of trees of *Liquidambar styraciflua* and *Alchornea latifolia* in a cloud forest in central Veracruz state. Trees were selected based on their phenotypic characteristics; structural data were taken (diameter at breast height, height and coverage) and were compared with seed production in each species. 70380 fruits, 140760 seeds and 6.02 kg per tree were estimated in *Alchornea latifolia* and 5738 fruits, 303218 seeds and 0.7 kg per tree in *Liquidambar styraciflua*. None of the structural variables contributed to explain seed and fruit production in superior trees. However, the variation between individuals (tree identity) helped to explain the observed differences in the production of infructescences per branch, seeds per infructescence and seed weight per infructescence in both species.

Key words: *Alchornea latifolia*, *Liquidambar styraciflua*, superior trees, germplasm, cloud forest.

INTRODUCCIÓN

El bosque mesófilo de montaña (BMM) ocupa el 11% de superficie a nivel mundial; comprende un conjunto de biotas de montaña (entre 500 y 3 500 m.s.n.m.) que se caracterizan por una alta heterogeneidad en la fisionomía del bosque, así como de la presencia de helechos y epífitas asociadas a las lluvias frecuentes, neblina y alta humedad atmosférica presentes en estos ambientes (Bubb *et al.*, 2004; Challenger y Soberón, 2008). En México, el BMM ocupa menos del 1% del territorio nacional (8 809 km², INEGI, 2005). Las comunidades de plantas que se ensamblan en estos ecosistemas son diversas en estructura y composición como resultado de la confluencia de la zona biogeográfica neártica y neotropical (Rzedowski, 1996). Por ello, es factible encontrar en estos ecosistemas a especies de origen templado y tropical, así como la presencia de especies endémicas a esos ambientes (Graham, 1993; Rzedowski, 1996). En términos de diversidad, el BMM en México contiene aproximadamente 2 500 especies de plantas adaptadas a estos ambientes, que representan entre el 10-12% de las especies de plantas estimadas para México; lo que convierte al BMM en el ecosistema más diverso con respecto a la superficie que ocupa en el país (CONABIO, 2010). Para el estado de Veracruz, los fragmentos de BMM ocupan el 10% de la superficie estatal, seguido del 17% de bosque perturbado, 18% de vegetación secundaria, 18% de zonas urbanas y 37% de potreros (Williams-Linera, 2012). Ante este escenario, la presencia de fragmentos de vegetación original de BMM representan

una oportunidad para seleccionar el material biológico base para la obtención de semillas y plantas con requisitos mínimos de calidad fenotípica que puedan ser utilizados en los programas de reforestación y restauración de áreas degradadas, así como de fuente de germoplasma para cubrir las demandas estatales y nacionales (LaBastille y Pool, 1978; INEGI, 2005; CONABIO, 2010). Aunado a esto, el conocimiento que se genere sobre las características de las plantas, así como de la producción de frutos y semillas contribuirá al conocimiento de la historia natural y de la biología de las especies presentes en una región de procedencia única dada la rareza de estos ecosistemas a nivel nacional y mundial. El avance en el conocimiento científico y técnico para la selección de material biológico base para la obtención de semillas y plantas de calidad fenotípica incluye los trabajos realizados en *Abies religiosa* (Muñoz *et al.*, 2012), *Cedrela odorata* (Rodríguez, 2007), *Pinus arizonica*, *Pinus durangensis*, *Pinus engelmannii*, *Pinus herrerae* y *Pinus douglasiana* (Ortega y Orta, 2001), *Pinus greggii* (Morante *et al.*, 2005), *Pinus greggii* var. *greggii* (Cornejo *et al.*, 2009), *Pinus hartwegii* (Rebolledo *et al.*, 2002; Alba *et al.*, 2003), *Pinus montezumae* (Muñoz *et al.*, 2008), *Pinus oaxacana* (Menchaca y Maruri 1999; Márquez *et al.*, 2007), *Pinus patula* (Alba *et al.*, 1998), *Pinus pseudostrobus* (Márquez y Mendizábal, 2004; Espinoza *et al.*, 2009; Muñoz *et al.*, 2008) y *Pinus teocote* (Márquez *et al.*, 2008) en México. Así como los trabajos en diversas especies arbóreas ubicadas en Centro América (CATTIE, 1991a, 1991b; Chávez y Quesada, 1993; Murillo *et al.*, 1993). Lo anterior, muestra que el género *Pinus* ha sido el foco de atención e interés en México. No obstante, existe un gran desconocimiento aso-

ciado a otras especies presentes en el país. El objetivo de este estudio fue seleccionar el material biológico base para la obtención de semillas y plantas de calidad fenotípica en *Alchornea latifolia* Sw. (Euphorbiaceae) y *Liquidambar styraciflua* L. (Altingiaceae) en un fragmento de BMM que se localiza en la microcuenca del río Gavilanes entre el municipio de Xico y de Coatepec en el estado de Veracruz, México. Los objetivos específicos fueron: 1) seleccionar los árboles superiores con base en sus características fenotípicas basadas en una combinación de variables cuantitativas y cualitativas, 2) estimar y comparar la producción de frutos y semillas de los árboles superiores previamente seleccionados en ambas especies, y 3) conocer si las variables estructurales de los árboles superiores contribuyen a explicar la producción de frutos y semillas en ambas especies.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El sitio de muestreo se ubicó en un fragmento de BMM que se localiza en la microcuenca del río Gavilanes entre el municipio de Xico y el de Coatepec en el estado de Veracruz, México (latitud de 19° 25' 08" y longitud de 96° 54' 30", fig. 1). Los suelos son de tipo andosol y fluvisol úmbrico. El clima es semicálido húmedo con una temperatura media anual de 18.6°C y precipitación de 3448.44 mm (De Fuentes, 2009). Las principales especies arbóreas registradas en el sitio incluyen: *Alchornea latifolia*, *Clethra mexicana*, *Liquidambar styraciflua*, *Magnolia schiedeana*, *Oreopanax xalapensis*, *Persea schiedeana*, *Quercus germana*, *Q. leiophylla*, *Q. salicifolia*, *Turpinia insignis* (Williams-Linera, 2002; Williams-Linera *et al.*, 2013).

Especies estudiadas

Alchornea latifolia Sw (Euphorbiaceae) se distribuye del sureste de México a Panamá (Benítez y Montesinos, 1998). En las Antillas se encuentra en Haití, República Dominicana y Puerto Rico (Niembro *et al.*, 2010). En México, *A. latifolia* forma parte del estrato medio de la vegetación de las selvas húmedas y secas, así como del BMM, distribuyéndose en los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Tabasco y Veracruz (Niembro *et al.*, 2010; González-Espinosa *et al.*, 2011). Es un árbol dioico perennifolio de ca. 25 metros de altura y 60 cm de diámetro, posee una copa irregular, abierta, compuesta de ramas horizontales y luego péndulas (Benítez y Montesinos, 1998; Niembro *et al.*, 2010). Sus hojas son simples y dispuestas en espiral. Su corteza es finamente fisurada, de coloración pardo rojiza, con algunas manchas blancuzcas (Benítez y Montesinos, 1998). Los frutos se caracterizan por ser cápsulas biloculares, dehiscentes, casi redondas y ligeramente achatadas, con un tamaño que oscila entre los 10 y 13 mm de ancho, agrupadas en infrutescencias péndulas de 10 a 25 cm de largo, los frutos en su interior contienen dos semillas (fig. 2) (Niembro *et al.*, 2010). Las semillas son globosas, rodeadas en el exterior por una cubierta carnosa (sarcotesta), lisa, de color rojo escarlata, oblongo, de color pardo sumamente conspicuo. Debajo de esta cubierta se encuentra una segunda cubierta (endotesta) de color marrón pálido, con una superficie lisa (Niembro *et al.*, 2010). En el estado de Veracruz, la especie es utilizada como leña, árbol sombra en cafetales tradicionales, para producir miel y como cerco vivo en áreas urbanas y rurales (Francis, 1993; Vázquez Yanes, 1999).

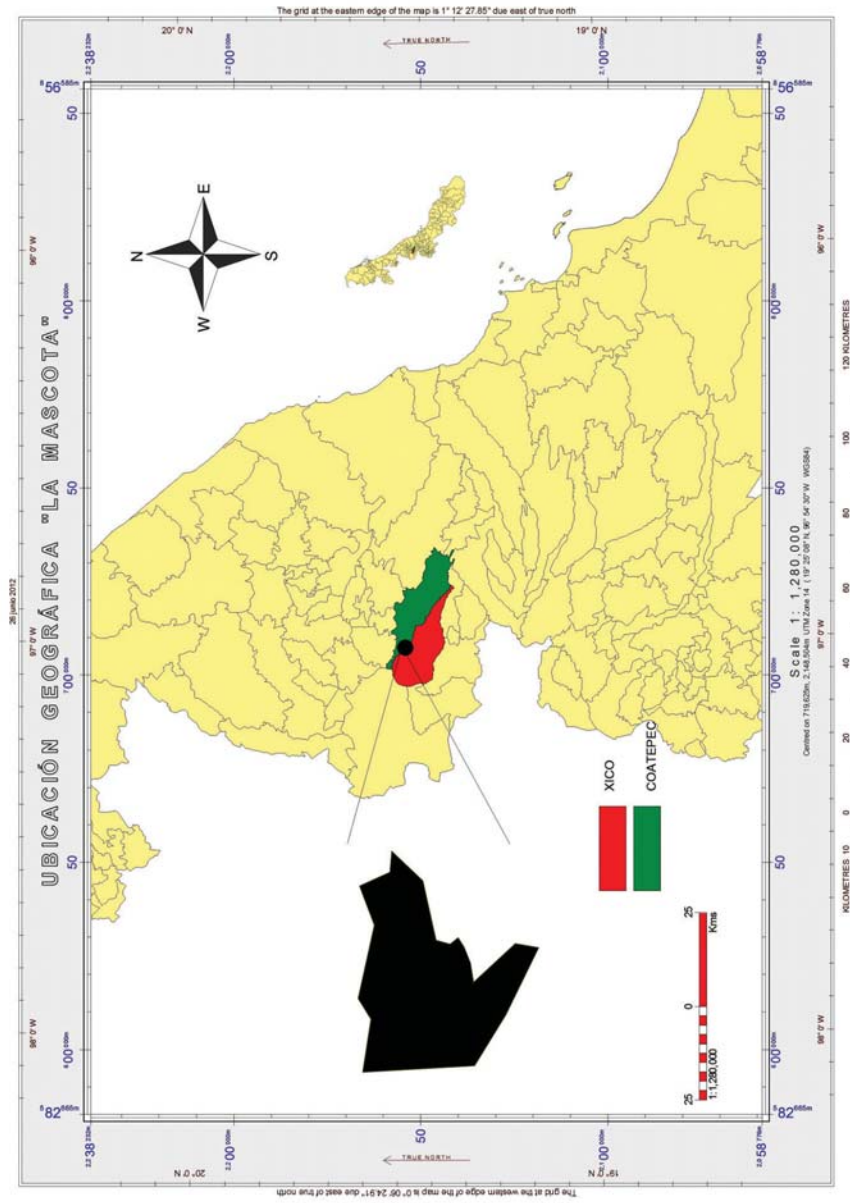


Fig. 1. Sitio de estudio.

Liquidambar styraciflua L. (Altingiaceae) es un árbol nativo de las regiones templado-húmedas, se distribuye desde el este de Estados Unidos hasta Centro América (Niembro *et al.*, 2010). En México, *L. styraciflua* forma parte de los bosques caducifolios y de pino-encino distribuidos en los estados de San Luis Potosí, Hidalgo, México, Puebla, Veracruz, Oaxaca y Chiapas (Pennington y Sarukhán, 1998, Niembro *et al.*, 2010). Es un árbol monoico sub-caducifolio de ca. 40 metros de altura. Sus hojas son simples y dispuestas en espiral. Su corteza es angostamente fisurada con una coloración moreno grisácea (Pennington y Sarukhán, 1998). Los frutos están conformados por cápsulas pequeñas en cabezuelas de 2 a 4 cm de diámetro; reunidas al extremo del pedúnculo; las semillas son de tipo oblongo elípticas con una testa de color castaño claro, opaca y lisa, de 4.0 a 4.5 mm de largo por 1.5 a 2.0 mm de ancho y se encuentran hasta 150 semillas por fruto (fig. 3) (Puig, 1993; Vázquez Yanes, 1999, Niembro *et al.*, 2010). En el estado de Veracruz, la especie es utilizada como árbol de ornato y su madera se emplea para la construcción rural y la elaboración de herramientas y artesanías (Puig, 1993; Benítez *et al.*, 2004).

Diseño de muestreo y análisis de datos **Selección de árboles superiores**

Se realizó un muestreo de agrupamiento mediante el establecimiento de tres parcelas de 20 x 100 m (en total 6 000 m²), en las cuales se registraron y etiquetaron a todos los individuos adultos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) > 10 cm pertenecientes a las especies *A. latifolia* y *L. styraciflua*. Este tipo de muestreo se emplea para estudios de producción de flores o frutos y consiste en identificar un

conjunto o grupos de elementos de interés y en estos puntos se establecen cuadros o parcelas para medir alguna característica de plantas individuales (Álvarez, 1986; Elzinga *et al.*, 2001). Se midió la altura, el DAP y la cobertura de la copa de todos los individuos pertenecientes a las especies de interés (características estructurales o dasométricas). La selección de los árboles superiores se basó en las características fenotípicas deseadas de los individuos, las cuales incluyen una combinación de variables cualitativas y cuantitativas (Modificado de Mesén *et al.*, 1996). Para ello, se emplearon tres categorías de clasificación de los individuos:
Clase 1. Árboles excelentes, dominantes o codominantes. Son los individuos con DAP > 40 cm, fuste recto, sin bifurcaciones, ramificación ligera, sanos y vigorosos.
Clase 2. Árboles buenos, dominantes o codominantes. Son los individuos con DAP < 40 cm y > 30 cm, fuste recto, sin bifurcaciones, sanos y vigorosos, con defectos leves en el fuste o en la copa.
Clase 3. Árboles regulares poco recomendables. Son los individuos que presentan menos del 50% de las características deseables antes descritas, el fuste es irregular, DAP > 20 cm y < 30 cm, con defectos importantes en la copa y bifurcaciones en el fuste.

Producción de frutos y semillas

Del total de árboles superiores identificados previamente se seleccionaron al azar siete árboles con la finalidad de estimar la producción de frutos y semillas (González, 1991; Figueroa *et al.*, 1996; Avanza *et al.*, 2010; Nuñez *et al.*, 2011). Se cuantificó tanto el número total de ramas por árbol, así como el número de infrutescencias por rama en una muestra de 50 ramas por individuo. Se colectaron 50 infrutescencias



Fig. 2. Infrutescencias y semillas de *A. latifolia*.



Fig. 3. Infrutescencias y semillas de *L. styraciflua*.

directamente de la copa del árbol (tomando como referencia los cuatro puntos cardinales) y se cuantificó el número y peso fresco (gramos) de semillas por infrutescencia en una muestra de 50 infrutescencias por árbol. Se comparó la producción de infrutescencias por rama, el número y peso de las semillas por infrutescencia entre especies a través de análisis de varianza de una vía anidados (Zar, 1984). En el modelo, la especie fue el factor fijo y el individuo se anidó dentro de la especie para controlar la posible fuente de variación asociada a este término (Zar, 1984). Las variables de respuesta (número

de infrutescencias por rama, número de semillas por infrutescencia y peso de las semillas por infrutescencia) fueron previamente transformadas con la finalidad de cumplir con los supuestos paramétricos asociados al estadístico (Zar, 1984). Con la finalidad de obtener el valor total de la producción semillera por especie, se realizó una extrapolación del número de frutos y del peso de semillas por el número total de ramas del árbol (Márquez *et al.*, 2005).

Finalmente, se realizaron correlaciones no-paramétricas (Rho, correlación de rangos de

Cuadro 1. Características estructurales (promedio \pm D.E.) de los árboles superiores de *A. latifolia* y *L. styraciflua* presentes en un fragmento de bosque mesófilo de montaña localizado en la microcuenca del río Gavilanes. N: Tamaño de muestra en paréntesis.

Características estructurales	<i>Alchornea latifolia</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>
A) Total de árboles superiores		
DAP (cm)	30.36 \pm 10.36 (12)	50.15 \pm 16.49 (14)
altura (m)	11.85 \pm 4.23 (12)	19.95 \pm 6.16 (14)
cobertura (cm)	44.89 \pm 18.88 (12)	66.91 \pm 43.92 (14)
B) Árboles superiores por categoría de clasificación		
CLASE 1		
DAP (cm)	43.55 \pm 2.54 (4)	54.06 \pm 16.52 (11)
altura (m)	12.02 \pm 4.92 (4)	20.60 \pm 6.82 (11)
cobertura (m2)	47.25 \pm 23.51 (4)	76.39 \pm 44.02 (11)
CLASE 2		
DAP (cm)	-	35.83 \pm 3.38 (3)
altura (m)	-	17.56 \pm 1.73 (3)
cobertura (m2)	-	32.17 \pm 23.37 (3)
CLASE 3		
DAP (cm)	23.77 \pm 4.12 (8)	-
altura (m)	11.76 \pm 4.21 (8)	-
cobertura (m2)	43.71 \pm 17.84 (8)	-

Spearman) entre las variables estructurales de los árboles seleccionados (DAP: diámetro a la altura del pecho, altura y cobertura de la copa del árbol) y el valor promedio del número de infrutescencias por rama, número de semillas por infrutescencia por árbol y peso de las semillas por infrutescencia por árbol en cada una de las especies (Zar, 1984). Lo anterior, con la finalidad de conocer si las variables estructurales de los árboles superiores determinan la producción de semillas y de estructuras reproductivas (frutos e infrutescencias) por especie.

RESULTADOS

Selección de árboles superiores. Se registró un total de 92 individuos pertenecientes

a *A. latifolia* (40 individuos) y *L. styraciflua* (52 individuos) en el área de estudio. Del total de individuos registrados, 26 fueron clasificados como árboles superiores de *A. latifolia* (12 individuos) y de *L. styraciflua* (14 individuos) con base en sus características fenotípicas deseables (cuadro 1A). Con base en las categorías de clasificación empleadas (modificado de Mesén *et al.*, 1996); se identificaron cuatro árboles de Clase 1 y ocho árboles de Clase 3 para *A. latifolia*, mientras que 11 árboles de Clase 1 y tres árboles de Clase 2 fueron identificados para *L. styraciflua* (cuadro 1B).

Producción de frutos y semillas. Se observó un mayor número de infrutescencias producidas por rama en *A. latifolia* en com-

Cuadro 2. Producción de frutos y semillas (promedio \pm D.E) de los árboles superiores de *A. latifolia* y *L. styraciflua* presentes en un fragmento de bosque mesófilo de montaña localizado en la microcuenca del río Gavilanes. N: tamaño de muestra.

Producción de frutos y semillas	N	<i>Alchornea latifolia</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>
A) Producción semillera			
número de infrutescencias por rama	350	18.32 \pm 3.84	16.02 \pm 4.65
número de semillas por infrutescencia	350	14.26 \pm 2.56	52.79 \pm 11.78
peso de las semillas por infrutescencia	350	1.23 \pm 0.38	0.21 \pm 0.05
B) Extrapolación de la producción semillera			
número de ramas por árbol	7	270 \pm 12.63	357.71 \pm 25.80
producción de frutos por árbol	7	70 380.14 \pm 4 163.74	5 738.42 \pm 646.23
producción de semillas por árbol	7	140 760.71 \pm 8 327.84	303 218.71 \pm 42 249.55
peso de las semillas por árbol (kg)	7	6.02 \pm 0.73	0.7 \pm 0.24

paración con *L. styraciflua* ($F_{1,12} = 18.11$, $P = 0.001$; cuadro 2A). *Liquidambar styraciflua* produjo un mayor número de semillas por infrutescencia en comparación con *A. latifolia* ($F_{1,12} = 1089.98$, $P < 0.0001$; cuadro 2A). No obstante, *A. latifolia* produjo semillas de mayor peso por infrutescencia en comparación con *L. styraciflua* ($F_{1,12} = 471.69$, $P < 0.0001$; cuadro 2A). En todos los casos, la identidad del árbol (individuo) contribuyó a explicar las diferencias observadas en la producción de infrutescencias por rama ($F_{12,686} = 3.30$, $P < 0.0001$), el número de semillas por infrutescencia ($F_{12,686} = 5.57$, $P < 0.0001$) y el peso de las semillas por fruto ($F_{12,686} = 10.05$, $P < 0.0001$). Los valores de extrapolación de la producción semillera por especie se presentan en el cuadro 2B. En términos generales, ninguna de las variables estructurales de los árboles superiores contribuyó a explicar la producción de frutos y semillas en *A. latifolia* y en *L. styraciflua* (cuadros 3A y 3B).

DISCUSIÓN

En ambientes perturbados y degradados ha adquirido importancia la selección de material biológico base para obtener semillas y plantas con requisitos mínimos de calidad fenotípica con la finalidad de reforestación y restauración de dichas áreas degradadas así como para el establecimiento de áreas de aprovechamiento forestal (CONAFOR, 2013). En México, diversos estudios se han enfocado en el diagnóstico de las poblaciones de plantas productoras de semillas y en la selección de árboles superiores basados en las características estructurales (dasométricas) de los individuos. Dentro de estos estudios destacan los trabajos realizados por Muñoz *et al.* (2008, 2011, 2012) y Morales (2010), quienes identificaron a los árboles superiores con base en sus características estructurales en el estado de Michoacán; así como el trabajo de Cabrera y González (2001) para el estado de Chihuahua y el tra-

Cuadro 3. Resultado de las correlaciones realizadas entre las variables estructurales de los árboles superiores y la producción de frutos y semillas por especie. DAP: Diámetro a la altura del pecho (cm), ALT: altura (m), COB: cobertura de la copa del árbol (cm), INFR/RA: infrutescencias por rama, SE/INFR: semillas por infrutescencia y PE.SE/INF: peso de la semilla por infrutescencia. NS: no significativo.

	DAP	ALT	COB	INFR/RA	SE/INFR
A) <i>Alchornea latifolia</i>					
DAP					
ALT	0.28 ^{NS}				
COB	0.001 ^{NS}	0.10 ^{NS}			
INFR/RA	-0.33 ^{NS}	0.04 ^{NS}	0.47 ^{NS}		
FR/INFR	0.38 ^{NS}	-0.43 ^{NS}	0.38 ^{NS}	-0.28 ^{NS}	
PE.SE/INF	-0.39 ^{NS}	-0.50 ^{NS}	0.57 ^{NS}	-0.31 ^{NS}	0.54 ^{NS}
B) <i>Liquidambar styraciflua</i>					
DAP					
ALT	-0.03 ^{NS}				
COB	0.21 ^{NS}	-0.50 ^{NS}			
INFR/RA	0.01	-0.25 ^{NS}	-0.14 ^{NS}		
FR/INFR	-0.03 ^{NS}	0.71 ^{NS}	0.07 ^{NS}	-0.35 ^{NS}	
PE.SE/INF	0.28 ^{NS}	0.35 ^{NS}	0.32 ^{NS}	0.42 ^{NS}	

bajo de Cornejo *et al.* (2009) para el estado de Coahuila. Muñoz *et al.* (2008) identificaron 13 árboles superiores de 400 árboles semilleros (3.25%) de *Pinus pseudostrobus* y cuatro árboles superiores de 112 árboles semilleros (3.57%) de *Pinus montezumae* en un área de 15 ha en Nuevo Parangaricutiro, Michoacán, así como 21 árboles superiores de 788 árboles semilleros (2.66%) de *Pinus pseudostrobus* en un área de 10 ha en Zinapécuaro, Michoacán. En otro trabajo, Muñoz *et al.* (2011) identificaron 10 árboles superiores de 788 árboles semilleros (1.26%) de *Pinus pseudostrobus* en un área de 16 ha en Zinapécuaro, Michoacán. Para la especie *Abies religiosa*, Muñoz *et al.* (2012) identificaron de cuatro a seis árboles superiores de 770 árboles semilleros (0.78% y 0.52%) en 12 ha en Salvador Escalante, Michoacán.

Por otro lado, Morales (2010) identificó 16 árboles superiores de 976 árboles semilleros (1.63%) de *Pinus pseudostrobus* en un área de 16 ha en Zinapécuaro, Michoacán. Para el estado de Chihuahua, Cabrera y González (2001) identificaron que las especies productoras de semillas dominantes en abundancia fueron *Pinus arizonica* (38.46%; árboles superiores de 0 a 5), seguida de *Pinus durangensis* (30.77%, árboles superiores de 0 a 5), *Pinus engelmannii* (26.92%, árbol superiores de 0 a 5), *Pinus herrerae* y *Pinus douglasiana* (3.85%, 0 árboles superiores) en distintos rodales semilleros en Chihuahua. Para el estado de Coahuila, Cornejo *et al.* (2009) identificaron 35 árboles superiores de 178 árboles semilleros (19.66%) de *Pinus greggii* var. *greggii* en un área de 0.1428 ha a través de una simu-

lación de dos fases de aclareo en la especie. En el presente estudio, se identificaron 12 árboles superiores de 40 árboles semilleros (30%) de *A. latifolia* y 14 árboles superiores de 52 árboles semilleros (26.92%) de *L. styraciflua* en un área de 0.6 ha en el estado de Veracruz. Estos resultados muestran que el área de estudio posee las características idóneas para establecer un área de producción de semillas para ambas especies en condiciones naturales y con una identidad de procedencia que satisfaga los requerimientos de material biológico deseado en términos de calidad fenotípica. Para el estado de Veracruz, se han realizado diferentes trabajos que parten de la selección y siembra de árboles superiores de diferente procedencia para establecer áreas de producción semillera, dentro de las cuales se encuentran 30 árboles superiores de *Cedrela odorata* con procedencia de La Antigua, Juchique y Catemaco (Rodríguez, 2007), 55 árboles superiores de *Pinus teocote* con procedencia de Magueyes, Mixquiapan, Carbonero Jacales y Ejido los Molinos (Ramírez-García *et al.*, 1999; Márquez *et al.*, 2008), 10 árboles superiores de *Pinus oaxacana* con procedencia del Ejido Los Molinos (Menchaca y Maruri, 1999; Márquez *et al.*, 2007), 10 árboles superiores de *Pinus greggii* con procedencia en Carrizal Chico, Zacualpan (Morante *et al.*, 2005), 12 árboles superiores de *Pinus hartwegii* con procedencia del Cofre de Perote (Rebolledo *et al.*, 2002, Alba *et al.*, 2003), 52 árboles superiores de *Pinus patula* con procedencia de Canalejas-Oates, Potrero de Monroy y La Selva (Alba *et al.*, 1998) y 35 árboles superiores de *Pinus pseudostrobus* con procedencia de El Esquilón, Coacoatzintla y El Paso, La Perla (Márquez y Mendizábal, 2004; Espinoza *et al.*, 2009). En este estudio, observamos que 12 árboles de *A. latifolia*

y 14 árboles de *L. styraciflua* poseían las características fenotípicas idóneas para ser plantas productoras de semillas. No obstante, algunos individuos de las poblaciones muestreadas pueden alcanzar las características estructurales (dasométricas) deseadas, incrementando el número de árboles superiores en ambas especies. Aunado a esto, el material biológico (semillas y plantas) que pueda obtenerse de los árboles superiores de ambas especies representan una oportunidad para establecer rodales semilleros y plantaciones piloto, con sus respectivas pruebas de procedencia y de progenie que permita restaurar aquellas áreas degradadas y deforestadas en el estado de Veracruz, en donde ambas especies estuvieron presentes pero que se han perdido en la actualidad. Con respecto a la producción semillera por especie, Salazar y Boshier (1989) reportaron una producción semillera de 0.20-0.40 kg/árbol en *Acacia mangium*, 0.20-0.10 kg/árbol en *Bombacopsis quinatum*, 0.30-2.00 kg/árbol en *Cordia alliodora*, 0.5 kg/árbol en *Cupressus lusitanica*, 0.10-0.70 kg/árbol en *Eucalyptus deglupta*, 0.10-0.40 kg/árbol en *E. grandis*, 0.10-0.40 kg/árbol en *E. saligna*, 0.10-0.50 kg/árbol en *E. camaidulensis*, 0.10-0.50 kg/árbol en *Gliricidia sepium*, 0.50-2.0 kg/árbol en *Gmelina arborea*, 0.10-0.40 kg/árbol en *Leucaena leucocephala*, 0.10-0.40 kg/árbol en *L. diversifolia*, 0.25-0.50 kg/árbol en *Pinus oocarpa*, 0.20-0.10 kg/árbol en *P. tecunumanii*, 0.25-0.50 kg/árbol en *P. caribaea* var. *hondurensis* y 0.25-0.50 kg/árbol en *Tectona grandis* en Centro América. Murillo *et al.* (1993) reportaron una producción semillera de 0.25 kg/árbol en *Alnus jorullensis* en Costa Rica, CATIE (1991a) reporta una producción semillera de 0.01 kg/árbol en *Gliricidia sepium* y de 0.5-1.5 Kg/árbol en *Leucaena leucocephala* CATIE (1991b), ambas en Centro América.

En este estudio observamos una producción semillera de 6.02 kg/árbol en *Alchornea latifolia* y 0.7 kg/árbol en *Liquidambar styraciflua*. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que los valores de producción de semillas de ambas especies fueron mayores a los valores reportados para otras especies de interés comercial en Centro América. Aunado a esto, las características estructurales de los árboles superiores no contribuyeron a explicar la producción de semillas de ambas especies. En este sentido, Arteaga (2007) estudió la fenología y la producción de semillas de *Virola sebifera*, *Junglans boliviana* y *Vismia glaziovii* en Bolivia. Arteaga (2007) observó que los árboles de tamaño intermedio fueron los mejores productores de semillas para *Junglans boliviana* y *Vismia glaziovii*. No obstante, la relación entre el tamaño de los árboles (DAP) y la producción de semillas no se cumplió en el caso de *Virola sebifera*. Asimismo, observó que *Virola sebifera* es una especie díptica en la cual los individuos masculinos producen flores masculinas cada año, mientras que los individuos femeninos producen flores femeninas cada dos años, ocasionando una fructificación variable en la especie (Arteaga, 2007). En el caso de *A. latifolia* y *L. styraciflua* desconocemos las características fenológicas de las especies, pero es posible que se presente una floración asincrónica entre individuos en la especie dioica de *A. latifolia* similar a la reportada por la especie *Virola sebifera* (Arteaga, 2007), mientras que en la especie monoica *L. styraciflua* podrían esperarse cambios en la asignación sexual entre flores que modifiquen la salida reproductiva de los individuos (producción de semillas; De Jong *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

El presente estudio es pionero en el estudio de las características estructurales y reproductivas de las especies *Alchornea latifolia* y *Liquidambar styraciflua* en México. Por otro lado, la variación entre individuos (identidad del árbol) contribuyó a explicar las diferencias observadas en la producción de infrutescencias por rama, el número de semillas por infrutescencia y el peso de las semillas por infrutescencia en ambas especies, lo cual puede deberse a posibles fuentes de variación fenológica por lo que es necesario incrementar el tamaño de muestra y el tiempo de muestreo (ciclos anuales) que permitan entender si existen diferencias entre años con respecto a la producción de semillas de ambas especies.

LITERATURA CITADA

- Alba, J.; A. Aparicio, y J. Márquez, 2003. "Potencial y eficiencia de producción de semillas de *Pinus hartwegii* Lindl. de dos poblaciones de México". *Foresta Veracruzana*, **5**(1):25-28.
- Alba, J.; V. Rebolledo, y A. Aparicio, 1998. "Variación morfométrica en conos y semillas de *Pinus patula* Schlect. et Cham. de Huayacocotla, Veracruz, México". *Foresta Veracruzana*, **1**: 37-42.
- Álvarez, E., 1986. "Demografía y dinámica poblacional de *Cecropia obtusifolia* Bertol., en la selva de los Tuxtlas". Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 180 pp.
- Arteaga, L.L., 2007. "Fenología y producción de semillas de especies arbóreas

- maderables en un bosque húmedo montano de Bolivia (PN ANMI Cotapata)". *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, **21**: 57-68.
- Avanza, M.M.; S.J. Bramardi, y S.M. Mazza, 2010." Tamaño óptimo de muestra para evaluar el patrón de crecimiento de frutos de naranjo *Valencia late*". *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, **32**(4): 1154-1163.
- Benítez, R.R.F., y L.J.L. Montesinos, 1998. Catálogo de cien especies forestales de Honduras: distribución, propiedades y usos. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras. 216 pp.
- Benítez, G.; M.T. Pulido, y M. Equihua, 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Instituto de Ecología, A.C.; SIGOLFO, CONAFOR, Xalapa, Veracruz, México. 288 pp.
- CATIE, 1991a. "Superioresado, *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, especie de árbol de uso múltiple en América Central". Serie Técnica, Informe Técnico núm. 180. CATIE, Costa Rica. 80 pp.
- , 1991b. "Leucaena (*Leucaena leucocephala*), especie de árbol de uso múltiple en América Central". Serie Técnica, Informe Técnico núm. 166. CATIE, Costa Rica, 52 pp.
- Challenger, A., y J. Soberón, 2008. "Los ecosistemas terrestres de México". Soberón, J.; G. Halfter, y J. Llorente (eds.). *Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad, CONABIO. México. pp. 87-108.
- Chávez, G., y M. Quesada, 1993. Comercialización de semillas forestales en Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. Enlace Madeleña 3, Año 2, Núm.3. CATIE. Proyecto ROCAP/RENARM/MADELEÑA-3/FINNIDA/PROCAFOR-Proyecto-1. pp. 3-4.
- CONABIO, 2010. *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, DF, México. 197 pp.
- CONAFOR, 2013. "Comisión Nacional Forestal, México". www.conafor.gob.mx. Consultada en Julio de 2013.
- Cornejo, E.H.; E. Bucio, B. Gutiérrez, S. Valencia, y C. Flores. 2009. "Selección de árboles y conversión de un ensayo de procedencias a un rodal semillero". *Revista Fitotecnia Mexicana*, **32**(2):87-92.
- De Fuentes, K., 2009. "Análisis del paisaje y estudio de las percepciones ambientales en la congregación Tapachapan, municipio de Coatepec, Veracruz". Tesis de maestría, Instituto de Ecología, A.C., México. 265 pp.
- De Jong, T.J.; A. Shmida, y F. Thuijsman. 2008. "Sex allocation in plants and the evolution of monoecy". *Evolutionary Ecology Research*, **10**: 1087-1109.

- Elzinga, C.; D. Salzer, J. Willoughby, y D. Gibbs, 2001. *Monitoring plant and animal populations*. Blackwell Science, U.S.A. 360 p.
- Espinoza, M.; R.J. Márquez, J. Alejandro, y H. Cruz 2009. "Estudio de conos de *Pinus pseudostrobus* Lindl. en un relicto de la localidad El Paso, Municipio de La Perla, Veracruz, México". *Foresta Veracruzana*, **11**(1): 33-38.
- Figueroa, J.; J. Armestro, y J.F. Hernández, 1996. "Estrategias de germinación y latencia de semillas en especies del bosque templado de Chiloé, Chile". *Revista Chilena de Historia Natural*, **69**: 243-251.
- Francis, J.K., 1993. *Alchornea latifolia* Sw. Achiotillo. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. New Orleans, Louisiana, U.S.A. 5 pp.
- González, E., 1991. "Recolección y germinación de semillas de 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical". *Revista de Biología Tropical*, **39**(1): 47-51.
- González-Espinosa, M.; J.A. Meave, F.G. Lorea-Hernández, G. Ibarra-Manriquez, y A.C. Newton, 2011. *The red list of mexican cloud forest trees*. Fauna and Flora International, BGCI Plants for the Planet, Global Trees Campaign, IUCN and SSC Species Survival Commission. Cambridge, United Kingdom. 149 pp.
- Graham, A., 1993. "Historical factors and biological diversity in Mexico". R. mamoothy, T.P.; R. Bye, A. Lot, y J. Fa (eds). *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York. pp. 109-127.
- Hamilton, L.S.; J.O. Juvik, y F.N. Scatena. 1993. "The Puerto Rico Tropical Montane Cloud Forest Symposium: Introduction and workshop synthesis". Hamilton, L.S.; J.O. Juvik, y F.N. Scatena (eds). *Tropical Montane Cloud Forests*. Proceedings of an International Symposium. East-West Center Program of Environment, International Hydrological Programme, International Institute of Tropical Forestry. U.S.A. pp 1-16.
- INEGI, 2005. *Estadísticas del Medio Ambiente, México*. Tomo 1. Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 293 pp.
- LaBastille, A., y D.J. Pool, 1978. "On the need for a system of cloud-forest parks in Middle America and Caribbean". *Environmental Conservation*, **5**(3): 183-190.
- Márquez, A.V., y L. del C. Mendizábal, 2004. "Variación en el tamaño de conos de *Pinus pseudostrobus* Lindl. del Esquilón, Municipio de Coacoatzintla, Veracruz, México". *Foresta Veracruzana*, **6**(1): 33-37.
- Márquez, J.; L. Mendizábal, y C. Flores. 2005. "Variación en semilla de *Quer-*

- cus oleoides* Scht. et Cham. de tres poblaciones del centro de Veracruz". *Foresta Veracruzana*, **7**(1): 31-36.
- Márquez, J.; E.O. Ramírez, y H. Cruz, 2008. "Estudio de conos de *Pinus teocote* Schl. et Cham. de diez progenitores en una población del Cofre de Perote, Veracruz, México". *Foresta Veracruzana*, **10**(1): 47-53.
- Márquez, R.J.; V. Rebolledo, y J.L. Contreras, 2007. "Variación de conos de *Pinus oaxacana* Mirov. en una población de Los Molinos, Municipio de Perote, Veracruz". *Foresta Veracruzana*, **9**(2): 45-50.
- Menchaca, R.A., y A. Maruri, 1999. "Variación de conos de *Pinus oaxacana* Mirov. de dos sitios de Cofre de Perote, Veracruz, México". *Foresta Veracruzana*, **1**(3): 19-22.
- Mesén, F.; A.L. Guevara, y M.L. Jiménez, 1996. *Guía técnica para la producción de semilla forestal, certificada y autorizada*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 21 pp.
- Morales, J., 2010. "Establecimiento y manejo de un área semillera de *Pinus pseudostrobus* Lindl y *Abies religiosa* (H.B.K.) Schltld. et Cham. en el municipio de Zinapécuaro, Michoacán". Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Uruapán, Michoacán. 80 pp.
- Morante, J.; J. Alba, y L. del C. Mendizábal, 2005. "Estudio de conos, semillas y plántulas de *Pinus greggii* Engelm. de una población del estado de Veracruz, México". *Foresta Veracruzana*, **7**(2): 23-31.
- Mulligan, M., y S.M. Burke, 2005. "DFID FRP Project ZF0216 Global cloud forest and environmental change in a hydrology context". Technical Report. Department for International Development (DFID), Forestry Research Program. United Kingdom 74 pp.
- Muñoz, H.J.; R. Toledo, T. Sáenz, F.J. Villaseñor, J.J. García, y J.J. García, 2008. "Establecimiento y manejo de dos áreas semilleras de coníferas nativas en el estado de Michoacán". *Revista Ciencia Forestal en México*, **33**(103): 79-102.
- Muñoz, H.J.; G. Orozco, V.M. Coria, Y.Y. Muñoz, y J. García, 2011. "Manejo de una área semillera de *Pinus pseudostrobus* Lind. y *Abies religiosa* (H.B.K.) Schltld. et Cham. y selección de árboles superiores en Michoacán, México". *Foresta Veracruzana*, **13**(2): 29-36.
- Muñoz, H.J.; G. Orozco, V.M. Coria, Y.Y. Muñoz, y J. García, 2012. "Comparación de dos métodos de selección de árboles superiores en un área semillera de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schltld. et Cham. en Michoacán, México". *Foresta Veracruzana*, **14**(1): 1-8.
- Murillo, O.; E. Rojas, y R. Vilchez, 1993. "Estimación de cosecha de semilla en un rodal semillero de jaúl (*Alnus acuminata* oop. *arguta* (Schlechtendal) Furlow), en Zarcero, Costa Rica". *Memorias II Convención Centroamericana de Semillas Forestales*. Siguatepeque, Honduras, C.A. pp. 261-272.

- Niembro, A.; I. Morato, y J. Cuevas, 2004. *Catálogo de frutas y semillas de árboles y arbustos de valor actual y potencial para el desarrollo forestal de Veracruz y Puebla*. Instituto de Ecología, CONACYT-CONAFOR. Xalapa, Veracruz, México. CD, p. s/n.
- Niembro, A.; M. Vázquez, y O. Sánchez, 2010. *Árboles de Veracruz. 100 especies para la reforestación estratégica*. Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Educación del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave para la conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución, Centro de Investigaciones Tropicales. 256 pp.
- Núñez, J.; L. Ortiz de Bertorelli, L. Graziani de Fariñas, A. Ramírez, y A. Trujillo, 2011. “Caracterización del fruto y semilla de frutopán (*Artocarpus camansi* Blanco)”. *Bioagro*, **23**(1): 51-56.
- Ortega, C., y V.R. Orta, 2001. “Diagnóstico de áreas y rodales semilleros, y árboles superiores en el estado de Chihuahua”. Folleto Técnico núm. 16. Campo Experimental Madera, Centro de Investigación Regional Norte Centro, INIFAP. 37 pp.
- Pennington T.D., y J. Sarukhán. 1998. *Árboles tropicales de México*. 2da. ed., Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo de Cultura Económica, México, 521 pp.
- Puig, H., 1993. *Árboles y arbustos del bosque mesófilo de montaña de la reserva El Cielo, Tamaulipas, México*. Centre National de la Recherche Scientifique, UNESCO. INECOL, A.C. México. 84 pp.
- Ramírez, E.O.; J. Alba, y L. del C. Mendiábal, 1999. “Variación de semillas de *Pinus teocote* Schl. et Cham. de tres procedencias del estado de Veracruz, México”. *Foresta Veracruzana*, **1**: 7-13.
- Rebolledo, V.; A. Aparicio, y J. Márquez, 2002. “Variación de conos y semillas de *Pinus hartwegii* Lindl. de la Malinche, Tlaxcala y Cofre de Perote, Veracruz, México”. *Foresta Veracruzana*, **4**(1): 15-19.
- Rodríguez, R.G., 2007. “Estudios de variación de frutos y plantas de *Cedrela odorata* L. de tres procedencias del estado de Veracruz, México”. Tesis de maestría. Instituto de Genética Forestal, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. 59 pp.
- Rzedowski, J., 1996. “Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México”. *Acta Botánica de México*, **35**: 25-44.
- Salazar, R., y D. Boshier, 1989. “Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies forestales prioritarias en América Central”. CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico núm. 148, 78 pp.
- Samper, C., y M.I. Vallejo, 2007. “Estructura y dinámica de poblaciones en un bosque andino”. *Revista Académica Colombiana. Ciencias*, **31**: 57-68.

- Vázquez-Yanes, C.; A.I. Batis, M.I. Alcocer, M. Gual, y C. Sánchez, 1999. "Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación". Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO-Instituto de Ecología, UNAM.
- Villaseñor, J.L., 2010. El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonomico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Nacional Autónoma de México. DF, México. 40 pp.
- Williams-Linera, G., 2002. "Tree species richness complementarity, disturbance and fragmentation in a Mexican tropical montane cloud forest". *Biodiversity and Conservation*, **11**: 1825-1843.
- Williams-Linera, G., 2012. *El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia, destino en tiempos de fragmentación y cambio climático*. CONABIO-Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz, México. 208 pp.
- Williams-Linera, G., y A. López, 2008. "Estructura y diversidad de la vegetación leñosa". Manson, R.; V. Hernández, S. Gallina, y K. Mehlreter (eds). *Agroecosistemas de Veracruz: Biodiversidad. Manejo y Conservación*. Instituto de Ecología, México. pp. 55-68.
- Williams-Linera, G.; M. Toledo-Garibaldi, y C. Gallardo-Hernández, 2013. "How heterogeneous are the cloud forest communities in the mountains of central Veracruz, Mexico?". *Plant Ecology*, **214**: 685-701.
- Zar, J.H., 1999. *Biostatistical Analysis*. 4th ed., Prince Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 662 pp.

Recibido: 8 octubre 2012. Aceptado: 6 junio 2014.