



## Flora vascular de la selva mediana subcaducifolia del centro de Veracruz, México

### Vascular flora of the semideciduous forest of central Veracruz, Mexico

Olivia Palacios-Wassenaar<sup>1✉</sup>, Gonzalo Castillo-Campos<sup>2</sup>, Santiago Mario Vázquez-Torres<sup>1</sup>, Silvia Del Amo-Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO). Ex Hacienda Lucas Martín. Calle Araucarias s/n Col. Periodista, 91019 Xalapa, Veracruz, México.

<sup>2</sup>Instituto de Ecología, A. C., Carretera antigua a Coatepec No. 351. El Haya, 91070 Xalapa, Veracruz, México.

✉ olivia.palacios@gmail.com

**Resumen.** Se realizó un inventario florístico de la SMC del centro de Veracruz, México, mediante el muestreo de 67 parcelas de 100 m<sup>2</sup> distribuidas en 5 sitios de estudio ubicados en el municipio de Jalcomulco, región central de Veracruz. En total se registraron 230 especies de plantas vasculares, distribuidas en 174 géneros y 68 familias. Las familias más diversas fueron Fabaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae y Acanthaceae. El 42% de las especies registradas fueron árboles, seguidas por hierbas (23%), arbustos (19%) y trepadoras (14%). El análisis de similitud demostró importantes diferencias entre los sitios de estudio. La riqueza fue de 35.6±9.5 especies/100 m<sup>2</sup> y se presentaron diferencias significativas entre los sitios muestreados. Las especies más frecuentes fueron *Aphanante monoica*, *Brosimum alicastrum* y *Resinanthus aromaticus* en el estrato superior; *Mosannonna depressa*, *Coccoloba barbadensis* y *Malpighia glabra* en el estrato medio; *Comocladia engleriana*, *Hyperbaena jalcomulcensis*, *Yucca guatemalensis*, *Acalypha villosa* y *Psychotria erythrocarpa* en el estrato inferior; *Anthurium schlechtendalii*, *Dorstenia contrajerva* y *Lasiacis sloanei* en el estrato herbáceo y en las trepadoras *Hippocratea celastroides* y *Petrea volubilis*. El predominio de especies arbóreas y el bajo número de especies de Asteraceae y Poaceae indican que se trata de vegetación primaria bien conservada. Sus características únicas, la presencia de especies endémicas, así como la escasa superficie ocupada por dichas selvas, indican la urgencia de establecer medidas para su conservación.

Palabras clave: composición florística, riqueza de especies, Jalcomulco, bosque tropical estacionalmente seco (SDTF), bosque tropical caducifolio, bosque seco tropical.

**Abstract.** A floristic inventory of the tropical semideciduous forest (TSDF) in the municipality of Jalcomulco, central Veracruz, Mexico, was carried out in 67 plots of 100 m<sup>2</sup> each one on 5 study sites. We recorded a total of 230 species of vascular plants, representing 174 genera and 68 families. Fabaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae and Acanthaceae were the most diverse families. About 42% of all reported species were trees, followed by herbs (23%), shrubs (19%) and climbers (19%). The similarity analysis revealed differences between study sites. Richness was 35.6±9.5 species/100 m<sup>2</sup> and differed significantly between study sites. The characteristic species were *Aphanante monoica*, *Brosimum alicastrum* and *Resinanthus aromaticus* in the upper canopy; *Mosannonna depressa*, *Coccoloba barbadensis* and *Malpighia glabra* in the mid canopy; *Comocladia engleriana*, *Hyperbaena jalcomulcensis*, *Yucca guatemalensis*, *Acalypha villosa* and *Psychotria erythrocarpa* in the understory; *Anthurium schlechtendalii*, *Dorstenia contrajerva* and *Lasiacis sloanei* in the herbaceous layer and *Petrea volubilis* and *Hippocratea celastroides* as climbers. The high proportion of tree species and the low number of species of Asteraceae and Poaceae indicate that this vegetation is a well-preserved primary forest. Establishing conservation strategies in order to preserve this unique forest, rich in endemic species is urgent.

Key words: floristic composition, species richness, Jalcomulco, seasonally dry tropical forest, tropical deciduous forest, tropical dry forest.

## Introducción

Los bosques tropicales en general y especialmente aquellos que presentan distribución restringida, han sido insuficientemente estudiados (Berry, 2002; Castillo-Campos et al., 2008) y están, como consecuencia de diversos factores, desapareciendo con rapidez sin que se conozca cabalmente el número de las especies que albergan (Janzen, 1988; Maser et al., 1997; Trejo y Dirzo, 2000; Miles et al., 2006; Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa, 2010). Las actividades humanas son la principal causa de la desaparición o perturbación de estos bosques, ya que generan importantes impactos sobre su composición florística (Dirzo y Miranda, 1991), así como en la estructura, biomasa y atributos demográficos de las especies presentes (Barden, 1980; Ayerde-Lozada y López-Mata, 2006).

La selva mediana subcaducifolia (SMsC) *sensu* Miranda y Hernández-Xolocotzi (1963) o bosque tropical subcaducifolio (BTsC) *sensu* Rzedowski (1978) agrupa a una serie de comunidades vegetales con características intermedias entre el bosque tropical perennifolio (BTP) y el bosque tropical caducifolio (BTC). Se caracteriza por presentar entre 25 y 50% de especies caducifolias, pero la presencia de algunos taxa perennifolios le permite conservar cierto verdor aún en las épocas más secas del año. Suele presentarse a modo de manchones en barrancas, cañones y laderas, donde las diferencias de exposición generan condiciones de humedad más favorables que en las zonas cercanas. Su existencia está relacionada con la distribución estacional de la precipitación, ya que requiere la presencia de un marcado periodo seco, con 5 o más meses de duración. Esta característica hace que la SMsC se desarrolle como parte de otro tipo de vegetación más amplio, el bosque tropical estacionalmente seco (BTES) (Mooney et al., 1995; Murphy y Lugo, 1995; Dirzo et al., 2011), que algunos autores consideran el ecosistema tropical más amenazado en el mundo (Trejo y Dirzo, 2000; Miles et al., 2006). En el BTES, así como en la SMsC, la estacionalidad de la precipitación determina la fenología de las plantas y de la selva en su conjunto (Mooney et al., 1995; Murphy y Lugo, 1995; Dirzo et al., 2011). La marcada proporción de endemismos presentes en el BTES, muchos compartidos con el BTC (Rzedowski, 1978) es una característica destacada de este tipo de vegetación (Dirzo y Raven, 2003; Dirzo et al., 2011). En México, la SMsC se presenta en forma de manchones discontinuos, a modo de transición entre el BTP y el BTC, principalmente en la vertiente pacífica, desde el centro de Sinaloa hasta la zona costera y depresión central de Chiapas y en la península de Yucatán. También se conocen manchones aislados en el centro de Veracruz y en Tamaulipas (Rzedowski, 1978; Trejo y Dirzo, 2000).

En el caso del centro de Veracruz, particularmente en la zona de Jalcomulco, la SMsC se presenta de manera fragmentada sobre barrancas, cañadas y algunas áreas de ladera. En estos sitios ocurren gradientes de humedad que generan ecotonos entre este tipo de vegetación, la selva mediana subperennifolia (SMsP) y la selva baja caducifolia (SBC) (Castillo-Campos, 1995; González-Astorga y Castillo-Campos, 2004). Se desarrolla sobre litosoles, regosoles, rendzinas y litosoles calcáreos, en zonas con fuertes pendientes y acantilados (Castillo-Campos, 1995). Entre las especies características del estrato arbóreo destacan *R. aromaticus* (Cast.-Campos y Lorence) Borhidi, *A. monoica* (Hemsl.) J.-F. Leroy, *B. alicastrum* Sw. e *H. jalcomulcensis* Pérez y Cast.-Campos (Castillo-Campos, 1995). Es difícil separar con exactitud los límites entre las SMsC, las SMsP y las SBC, ya que forman mosaicos complejos (Rzedowski, 1978; Castillo-Campos, 1995). También es difícil definir las con base en sus componentes florísticos, ya que suele constituir un tipo intermedio de vegetación, conteniendo algunas especies características de la SMsP, como *Manilkara zapota* (L.) P. Royen, y otras características de la SBC, como *Bursera simaruba* (L.) Sar (Gómez-Pompa, 1978).

Vale la pena destacar que la zona central de Veracruz constituye 1 de los 5 refugios primarios del Pleistoceno de México, por lo que es frecuente encontrar en ella biotipos raros, tales como *Hechtia lindmanioides* L. B. Sm., *Eugenia mozomboensis* P. E. Sánchez y *Dioscorea orizabensis* Uline (Castillo-Campos et al., 2005) y algunos autores han recomendado considerarla como un área de prioridad para la conservación (Vovides y Gómez-Pompa, 1977; Toledo, 1982). Diversas especies arbóreas, reportadas para esta zona, están incluidas en la Lista Roja de las especies amenazadas o en peligro de extinción, entre las que podemos mencionar *R. aromaticus*, *Aspidosperma megalocarpon* Müll. Arg., *H. jalcomulcensis* y *Pistacia mexicana* Kunth (IUCN, 2012).

Los manchones de SMsC en el área de estudio presentan superficies inferiores a 50 ha; sin embargo, pueden ser muy importantes para la supervivencia de las especies que contienen; no están protegidos bajo ningún sistema de reserva y su situación es crítica, debido a la presión provocada por la expansión agrícola y pecuaria (Castillo-Campos, 1995). Se sabe que un número importante de especies puede persistir por décadas en fragmentos de selva (Turner y Corlett, 1996), por lo cual es importante promover su conservación con el apoyo de las comunidades locales, los propietarios de tierras y los manejadores de plantaciones (Castillo-Campos, 1995; González-Astorga y Castillo-Campos, 2004).

Aunque se han realizado algunos estudios previos sobre la vegetación de la zona (Castillo-Campos, 1985; Robles,

1986; Castillo-Campos, 1995), consideramos que, dada la importancia en cuanto a endemismos y diversidad de la SMsC, era importante realizar el presente estudio, con la finalidad de ampliar el conocimiento sobre la composición florística de este tipo de vegetación y destacar la urgencia de promover acciones para su conservación.

### Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en manchones de vegetación de SMsC en el municipio de Jalcomulco, localizado en la zona central del estado de Veracruz, México, entre los 19°17' y 19°21' de latitud norte y 96°42' y 96°46' de longitud oeste. Toda la zona presenta gran heterogeneidad ambiental debido a la diversidad de paisajes, caracterizados por mesetas planas y onduladas, barrancas, escarpes, terrazas, valles, pequeños macizos, cerros y lomeríos alargados (Castillo-Campos, 1995). La altitud varía entre 350 y 900 m snm y se presenta un gradiente climático que va de semicálido húmedo a cálido subhúmedo. De acuerdo con los datos de la estación meteorológica de Jalcomulco del Servicio Meteorológico Nacional, la temperatura promedio anual es de 24.6° C y la precipitación promedio anual es de 1 088 mm, con el periodo lluvioso concentrado en los meses de junio a septiembre (www.smn.cna.gob.mx/SMN.html; Fig. 1). El patrón de lluvias manifiesta 6 meses secos, precipitación < 60 mm y 4 meses húmedos, precipitación  $\geq$  100 mm. Estas características corresponden a un clima cálido con sequía en invierno tipo Aw<sub>1</sub> (García, 1981) y a una vegetación general de tipo BTES (Mooney et al., 1995;

Dirzo et al., 2011). Sin embargo, la heterogeneidad del paisaje determina una amplia variedad de características microclimáticas y en consecuencia, se presentan en el área al menos 6 tipos de vegetación, *sensu* Miranda y Hernández-Xolocotzi (1963): SMsP, SMsC, SBC, palmar (P), encinar (E) y vegetación riparia, además de vegetación secundaria y pastizales naturales (Castillo-Campos, 1995). La SMsC se encuentra entre las comunidades vegetales mejor conservadas en la zona, debido a que se desarrolla en sitios poco accesibles, pero está bajo presión por la deforestación para uso agrícola y posibles proyectos de extracción de calizas y mármol (Castillo-Campos, 1995). Las poblaciones cercanas a los sitios de estudio tienen menos de 5 000 habitantes y las actividades económicas predominantes son la agricultura y el turismo.

**Muestreo.** Durante los meses de abril 2009 a abril 2010 se estudiaron 67 parcelas de muestreo de 100 m<sup>2</sup> cada una, que hacen un total de 6 700 m<sup>2</sup>, distribuidas en 5 sitios de estudio con presencia de SMsC, de acuerdo con trabajos previos (Castillo-Campos, 1985; 1995) (Fig. 2). En cada parcela se identificaron y se midió la altura de todas las especies de plantas vasculares presentes, con excepción de holo y hemiepifitas. Las herbáceas fueron analizadas en 3 subparcelas de 4 m<sup>2</sup>, ubicadas al azar en cada parcela de 100 m<sup>2</sup>. Los ejemplares recolectados fueron debidamente herborizados para su posterior identificación en el herbario XAL del Instituto de Ecología, A. C. y depositados como respaldo en el mismo.

**Análisis de datos.** El esfuerzo de muestreo se evaluó mediante la curva de acumulación de especies por área, realizado con el programa EstimateS version 8.2.0, Copyright R. K. Colwell: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> (Magurran, 2004; Colwell, 2009). De acuerdo con los métodos propuestos por Chazdon et al. (1998) y Williams-Linera (2002), se utilizó como estimador de la riqueza de especies el indicador de cobertura basado en incidencia (ICE). Este estimador es una función de la riqueza observada y las especies encontradas en una sola muestra o en 2.

Con base en el listado florístico de las 67 parcelas de muestreo, se elaboró una matriz de presencia-ausencia para evaluar su similitud mediante el índice de Jaccard (Sneath y Sokal, 1973) y utilizando el método de la media aritmética no ponderada (UPGMA), se generó un dendrograma de similitud con apoyo del programa Multi Variate Statistical Package (MVSP), versión 3.1 (Kovach, 1999).

La riqueza en los grupos de similitud se comparó mediante un análisis de varianza de una vía y se realizó la identificación de los grupos diferentes a través de un análisis comparativo de Holm-Sidak, con apoyo del programa SigmaStat 3.5 para Windows (Systat Software, 2006).

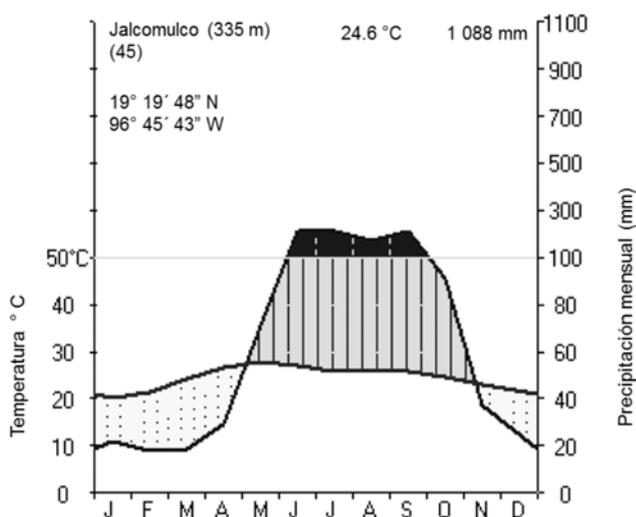
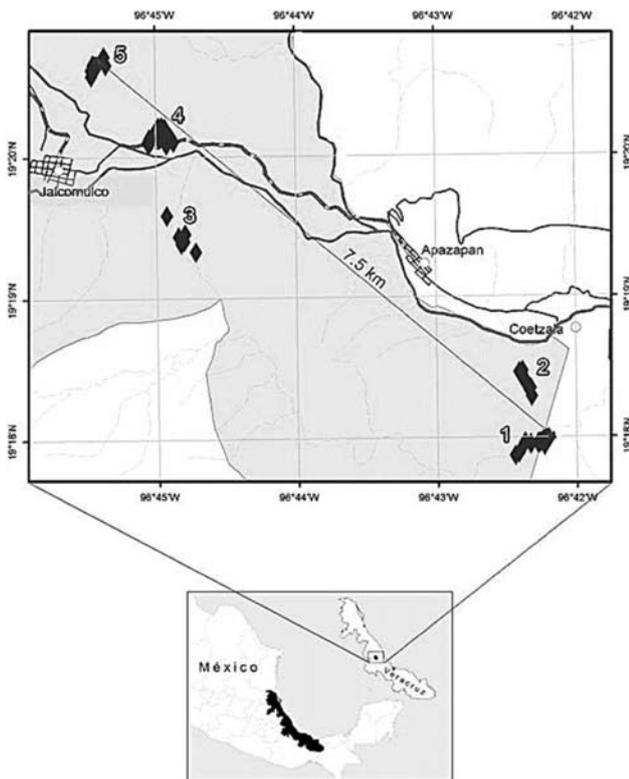


Figura 1. Diagrama climático de la estación Jalcomulco. (Walter 1985).



**Figura 2.** Ubicación de los sitios de estudio. 1, Barranca de Monterrey (BM); 2, El Manantial (M); 3, Arroyo Blanco (AB); 4, El Cerrito (C); 5, El Ojital (O).

Se elaboró el listado florístico con base en el sistema de clasificación de Cronquist (1988) y se utilizó la base de datos (Tropicos.org) del Missouri Botanical Garden a través de su página web [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org) para la actualización de los nombres científicos.

Las especies características de la SMsC en el área de estudio se definieron con base en su presencia en todos los sitios de estudio y su frecuencia total.

## Resultados

En la SMsC estudiada se registraron 230 especies de plantas vasculares, distribuidas en 174 géneros y 68 familias (Apéndice), con un total de 960 números de colecta. Treinta (13%) de las especies se identificaron sólo hasta género y 6 (2.6%) sólo pudieron identificarse hasta familia, debido a la ausencia de flores o frutos. Las familias más diversas fueron Fabaceae (21 spp.), Euphorbiaceae (20 spp.), Rubiaceae (12 spp.) y Acanthaceae (9 spp.). A estas 4 familias de plantas pertenece casi la tercera parte (27%) de las especies registradas. Por otro lado, 34% de las familias están representadas sólo por un taxón y 23%

por 2. Las familias restantes presentan entre 3 y 7 especies. Destaca el bajo número encontrado para algunas familias que son generalmente ricas en diversas comunidades vegetales, como Asteraceae (7 spp) y Poaceae (4 spp) (Cuadro 1). Los géneros más diversos son *Acalypha* (5 spp.), *Eupatorium* (4 spp.), *Bunchosia* (4 spp.) y *Eugenia* (4 spp.) y 84% de los géneros están representados por una sola especie.

De acuerdo con la curva de acumulación de especies elaborada con el modelo ICE (Fig. 3), el grado de representatividad del inventario florístico de la SMsC estudiada fue de 83%, por lo que asumimos que el esfuerzo de muestreo fue suficiente. Para obtener un inventario completo, faltarían 46 especies (17%) por registrar.

En relación con la distribución de las especies de acuerdo con su forma de crecimiento, encontramos que los árboles mostraron la mayor riqueza, con 99 especies (42%), seguidos por las hierbas con 54 especies (23%). Los arbustos y trepadoras representan 19 y 14%, respectivamente (Fig. 4).

La distribución de las formas de crecimiento en las familias con mayor número de especies muestra que en Fabaceae y Rubiaceae predominan los árboles, mientras que en Euphorbiaceae, los arbustos y, en el caso de Acanthaceae, las hierbas (Fig. 5). Fabaceae presenta muy pocas especies herbáceas y Euphorbiaceae, ninguna. Por otro lado, las familias Asteraceae y Poaceae presentan un bajo número de especies, 7 y 4, respectivamente.

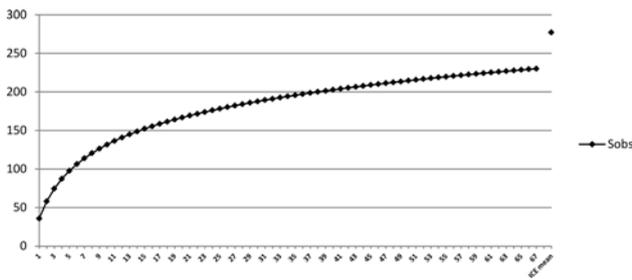
La SMsC en el área de estudio presenta importantes diferencias entre los sitios estudiados, como lo refleja el dendrograma de similitud realizado con los datos de presencia-ausencia de las especies (Fig. 6). La vegetación se separa en 3 grandes grupos que denominamos G1, G2 y G3. El grupo G1 contiene las parcelas de muestreo de Barranca de Monterrey y se separa a un nivel de similitud de 18%, coeficiente de Jaccard= 0.18. Presenta 115 especies en total, de las cuales 16 (13.9%) son exclusivas del grupo, entre ellas *Sideroxylon* sp., *Philodendron* sp. y *Bunchosia* aff. *cornifolia* Kunth. Los grupos G2 y G3 se separan a un nivel de similitud de 24%, coeficiente de Jaccard= 0.24 (Fig. 6). En el grupo G2 se concentran las parcelas de El Manantial y Arroyo Blanco, subgrupos G2a M y G2b AB. Presenta 161 especies, con 41 (25.5%) especies exclusivas, entre ellas *Arrabidaea* aff. *verrucosa* (Standl.) A.H. Gentry, *Wimmeria* aff. *concolor* Schldl. y Cham. y *Spondias radlkoferi* Donn. Sm. El grupo G3 contiene las parcelas de El Cerrito y El Ojital, subgrupos G3a C y G3b O. Registra 147 especies, con 34 (23.1%) especies exclusivas, entre ellas *Desmodium* sp., *Selenicereus testudo* (Karw. ex Zucc.) Buxb. y *Ceiba aesculifolia* (Kunth) Britten y Baker f. Destaca que apenas 30% de las especies registradas están presentes en los 3 grupos de

**Cuadro 1.** Síntesis de la diversidad florística por familia de la SMsC de acuerdo con el número de especies

<i>Familia</i>	<i>Géneros</i>	<i>Especies</i>	<i>Familia</i>	<i>Géneros</i>	<i>Especies</i>
Fabaceae	16	21	Commelinaceae	2	2
Euphorbiaceae	10	20	Connaraceae	2	2
Rubiaceae	9	12	Dryopteridaceae	2	2
Acanthaceae	8	9	Lauraceae	2	2
Araceae	4	7	Piperaceae	2	2
Malpighiaceae	4	7	Polypodiaceae	2	2
Myrtaceae	4	7	Simaroubaceae	2	2
Asteraceae	3	7	Solanaceae	2	2
Capparaceae	4	6	Verbenaceae	2	2
Moraceae	4	6	Ebenaceae	1	2
Apocynaceae	5	5	Hippocrateaceae	1	2
Sapotaceae	5	5	Pteridaceae	1	2
Anacardiaceae	4	5	Achatocarpaceae	1	1
Sapindaceae	4	5	Araliaceae	1	1
Cactaceae	3	5	Aristolochiaceae	1	1
Bignoniaceae	4	4	Cucurbitaceae	1	1
Poaceae	4	4	Cyperaceae,	1	1
Orchidaceae	3	4	Flacourtiaceae	1	1
Bromeliaceae	2	4	Labiatae	1	1
Annonaceae	3	3	Lygodiaceae	1	1
Celastraceae	3	3	Meliaceae	1	1
Malvaceae	3	3	Menispermaceae	1	1
Rutaceae	3	3	Oleaceae	1	1
Urticaceae	3	3	Oxalidaceae	1	1
Arecaceae	2	3	Passifloraceae	1	1
Nyctaginaceae	2	3	Picramniaceae	1	1
Cannabaceae	1	3	Plantaginaceae	1	1
Polygonaceae	1	3	Primulaceae	1	1
Smilacaceae	1	3	Rhamnaceae	1	1
Vitaceae	1	3	Selaginellaceae	1	1
Amaranthaceae	2	2	Talinaceae	1	1
Asparagaceae	2	2	Thymelaeaceae	1	1
Boraginaceae	2	2	Ulmaceae	1	1
Burseraceae	2	2	Violaceae	1	1
Totales			68	174	230

similitud, mientras que 41.3% se presentan en sólo uno de ellos. Esta especificidad es mayor en el caso de arbustos y hierbas, donde 50% de las especies se presentaron en sólo un grupo de similitud (Fig. 7). A nivel de los 5 subgrupos de similitud que corresponden a los sitios de estudio, el porcentaje de especies compartidas se reduce a 15.2%,

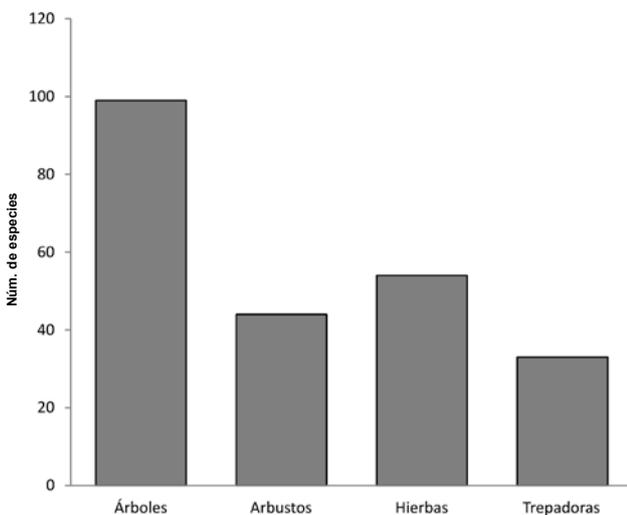
mientras que el 34.8% fueron específicas de un subgrupo. El dendrograma analizado demuestra la heterogeneidad de la SMsC de la zona estudiada, ya que a pesar de tratarse de un mismo tipo de vegetación, con una distancia entre los sitios inferior a 8 km y un área total de estudio menor a 1 ha, los grupos se separan a partir de una similitud de



**Figura 3.** Curva de acumulación de las especies registradas en la zona de estudio.

18% y el mayor valor de similitud entre parcelas es de apenas 56%.

La riqueza de la SMsC en el área de estudio es de  $35.6 \pm 9.5$  especies por  $100 \text{ m}^2$  (promedio  $\pm$  DS) con un mínimo de 11 y un máximo de 55 especies/ $100 \text{ m}^2$ . Se presentan diferencias en los valores de riqueza/ $100 \text{ m}^2$  entre los grupos de similitud (ANOVA  $F= 13.7$ ;  $p < 0.001$ ; Holm-Sidak  $\alpha = 0.05$ ). El grupo G3 presenta la mayor riqueza promedio, así como los límites inferior y superior más altos, mientras que el grupo G1 presenta una riqueza promedio menor, e igualmente es el grupo donde se presentaron las parcelas con menor número de especies (Cuadro 2). Estas diferencias podrían estar relacionadas con las características topográficas de los sitios: las parcelas del grupo G1 corresponden a Barranca de Monterrey, donde la forma de la barranca delimita la vegetación; mientras que el Grupo G3, conformado por las parcelas de El Cerrito y El Ojital, son laderas en las que se presenta una transición menos marcada entre la SMsC



**Figura 4.** Riqueza de especies de la SMsC en la zona de estudio por forma de crecimiento.

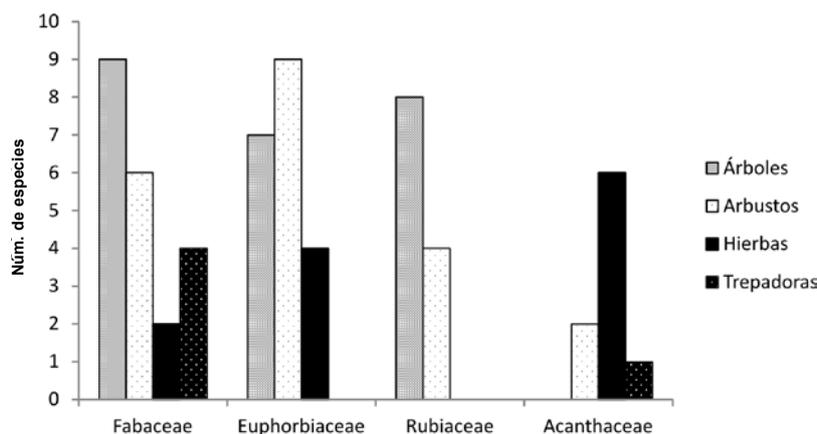
y otros tipos de vegetación, especialmente la SBC.

La SMsC en el área de estudio, presenta 3 estratos arbóreos. El estrato superior, que concentra los individuos con altura mayor a los 20 m, está caracterizado por la presencia de *A. monoica*, *B. alicastrum*, *B. simaruba*, *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk. y *R. aromaticus*. Estas especies se presentan también como emergentes junto con *Astronium graveolens* Jacq. y en ocasiones, *M. zapota* y *Ocotea tampicensis* (Meisn.) Hemsl. En el estrato medio, entre los 10 y 20 m de altura, se presentan *M. depressa* (Baill.) Chatrou, *C. barbadensis* Willd. y *M. glabra* L. En el estrato inferior a los 10 m, encontramos especies arbóreas como *C. engleriana* Loes., *H. jalcomulcensis* y *Y. guatemalensis* Baker, y especies arbustivas, tales como *A. villosa* Jacq., *P. erythrocarpa* Schtdl. y *Annona globiflora* Schtdl. El estrato herbáceo, por lo general, tiene una altura inferior a 1 m y está caracterizado por *A. schlehtendalii* Kunth, *Syngonium podophyllum* Schott, *D. contrajerva* L., *L. sloanei* (Griseb.) Hitchc., *Peperomia angustata* Kunth y *Barleria micans* Nees. En el caso de las trepadoras, las más frecuentes son *H. celastroides* Kunth y *P. volubilis* L.

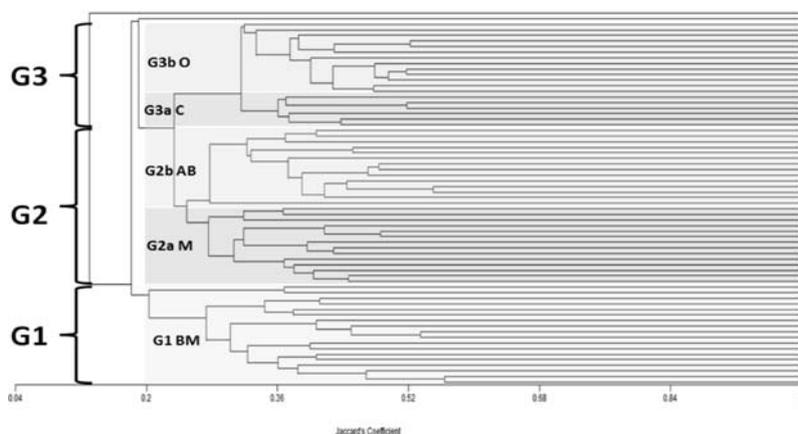
En el listado florístico generado se registraron 4 especies endémicas del estado de Veracruz: *R. aromaticus*, *H. jalcomulcensis*, *Bauhinia jucunda* Brandegee y *Aristolochia asclepiadifolia* Brandegee (Castillo-Campos et al., 2005; Gómez-Pompa et al., 2010). También se registraron 5 especies incluidas en la Lista Roja con alguna categoría de riesgo: *R. aromaticus*, *H. jalcomulcensis*, *Pistacia mexicana*, *A. megalocarpon* y *Eugenia mexicana* Steud. (IUCN 2012). Finalmente, se cotejó el listado con la norma mexicana Nom-059-Semarnat-2010 (Semarnat, 2010), y encontramos que 6 de las especies registradas en este estudio están en alguna de las categorías de protección: *Beaucarnea inermis* (S. Watson) Rose, *Chamaedorea klotzschiana* H. Wendl., *Anthurium podophyllum* (Schtdl. y Cham.) Kunth, *A. graveolens*, *S. radlkoferi* y *Senecio orcuttii* Greenm.

## Discusión

La SMsC en el área de estudio se puede considerar como vegetación primaria bien conservada, de acuerdo con varios indicadores. En primer lugar, encontramos un predominio de especies arbóreas, 42% del total registrado, cifra superior a la reportada para otros fragmentos de selva en el centro de Veracruz (16%) (Castillo-Campos et al., 2008). Destaca también que la familia más diversa, Fabaceae, presenta un predominio de especies arbóreas y arbustivas (Fig. 5); esta situación es similar para Euphorbiaceae y Rubiaceae. En segundo lugar, la ausencia o el escaso número de especies herbáceas en familias consideradas de amplia distribución y afines a ambientes deteriorados, como Fabaceae,



**Figura 5.** Número de especies por forma de crecimiento en las 4 familias más diversas de la SMsC en la zona de estudio.



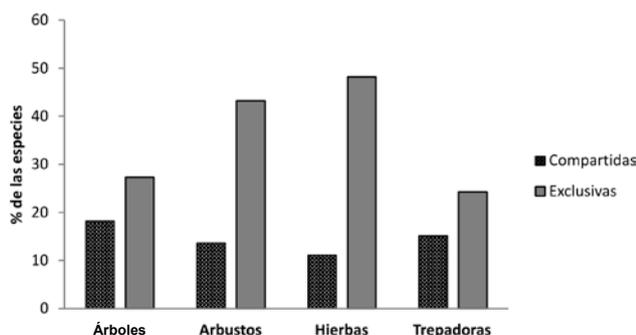
**Figura 6.** Dendrograma de similitud de la SMsC en la zona de estudio, basado en el coeficiente de Jaccard.

Asteraceae y Poaceae, indica un bajo nivel de alteración en la vegetación estudiada (Gómez-Pompa, 1971; Gómez-Pompa y Vázquez-Yañez, 1976; Gómez-Pompa, 1983; Martínez-y-Pérez et al., 2011). Sin embargo, en los sitios correspondientes al grupo G3, la elevada frecuencia de *Y. guatemalensis*, especie característica de la vegetación secundaria en el área de estudio (Castillo-Campos, 1995), demuestra un grado mayor de intervención humana.

El hecho de que las familias más diversas sean Fabaceae y Euphorbiaceae coincide con los resultados de otros estudios realizados en fragmentos de BTC en el centro de Veracruz (Williams-Linera y Lorea, 2009), aunque la proporción de especies de estas familias en relación con el total sea mucho menor. También vale la pena destacar que el número de especies arbóreas es más del doble (99 vs. 45) de lo reportado por estos autores para el centro de

Veracruz. No hay coincidencia en cuanto a las especies más frecuentes, con la excepción de *C. engleriana*.

Las especies arbóreas que caracterizan a la SMsC en el área de estudio son *B. alicastrum*, *C. engleriana* y *A. monoica*, lo cual coincide con lo encontrado en estudios previos realizados en la zona (Castillo-Campos, 1985; Robles, 1986; Castillo-Campos, 1995) y otros relacionados con este tipo de vegetación (Rzedowski, 1978); sin embargo, la elevada frecuencia de especies con distribución restringida como *R. aromaticus*, *H. jalcomulcensis*, *B. jucunda* y *A. asclepiadifolia* le proporciona características únicas a la vegetación estudiada. Adicionalmente, se registraron como frecuentes varias especies no mencionadas en trabajos previos sobre la SMsC, la SMsP y el BST o el BTES, tales como *M. depressa* y *E. paniculata* (Rzedowski, 1978; Castillo-Campos, 1985; Robles, 1986; Castillo-



**Figura 7.** Proporción de especies compartidas y exclusivas de los grupos de similitud en la zona de estudio por forma de crecimiento.

**Cuadro 2.** Riqueza de especies/100 m<sup>2</sup> de la SMsC y de los grupos de similitud en el área de estudio. Distinta letra en paréntesis indica diferencia estadística

Grupo	Núm. de parcelas	Riqueza promedio $\pm$ DS (mín-máx)
General	67	35.6 $\pm$ 9.5 (11-55)
G1	18	28.39 $\pm$ 9.23 (11-44) (a)
G2	28	35.96 $\pm$ 8.09 (22-52) (b)
G3	19	42.53 $\pm$ 7.33 (32- 55) (c)

Campos, 1995; Mooney et al., 1995; Murphy y Lugo, 1995; Castillo-Campos et al., 2008; Dirzo et al., 2011). La SMsC en el área de estudio presenta una altura de dosel y una estratificación comparables a las de las SMP y SMsP, pero mayor que el BTC (por ejemplo, Rzedowski, 1978; Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002; Pineda-García et al., 2007).

También cabe destacar la ausencia de varias especies mencionadas como características de este tipo de vegetación en diversas regiones del país, tales como *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Lysiloma acapulcense* (Kunth) Benth., *Tabebuia rosea* (Bertol.) A. DC., *Hura polyandra* Baill., *Licania arborea* Seem., *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng., entre otras (Gentry, 1946; Miranda, 1947, 1958; Rzedowski y McVaugh, 1966; Sarukhán, 1968; Rzedowski, 1978).

La frecuencia de *P. erythrocarpa* en el estrato arbustivo de la SMsC ha sido mencionada en estudios anteriores (Castillo-Campos, 1985; 1995); no así para *A. villosa*, especie que presentó la mayor frecuencia en este estrato. La presencia de Rubiaceae entre las especies arbustivas más frecuentes coincide con las características del BTC descritas por Rzedowski (1978). En cuanto al estrato herbáceo, hay coincidencia en la información relativa a

la frecuencia de *A. schlechtendalii*, *S. podophyllum* y *D. contrajerva* con estudios previos (Castillo-Campos, 1985; Robles, 1986; Medina-Abreo y Castillo-Campos, 1993; Castillo-Campos, 1995).

La riqueza total y el promedio de especies por parcela de muestreo son superiores a los registrados por Castillo-Campos (1995), quien reporta una riqueza de 54, un promedio de 18 y un máximo de 36 especies por parcela de 100 m<sup>2</sup>.

El elevado porcentaje de especies exclusivas de cada sitio de estudio, que nos indica una alta diversidad beta, característica del BTES (Mooney et al., 1995; Murphy y Lugo, 1995; Dirzo et al., 2011), puede ser el resultado de diferencias en las condiciones microambientales particulares, tales como la pendiente del terreno, la humedad prevaleciente, la orientación y la microbiota (Martínez-y-Pérez et al., 2011).

Estudios recientes muestran características interesantes sobre el comportamiento de las especies presentes en el BTES, que coinciden con lo encontrado en el presente estudio. En primer lugar, está su diversidad y riqueza de especies (Trejo y Dirzo, 2002; Williams-Linera y Lorea, 2009). Por otro lado, se observa que este tipo de vegetación desafía algunos principios ecológicos generalizados, como la correlación positiva entre la abundancia local y la amplitud de la distribución geográfica de las especies (Gentry, 1995; Williams et al., 2010). Se encontró que tal correlación no ocurre en este tipo de vegetación y muchas de las especies localmente abundantes presentaron pequeñas áreas de distribución, como es el caso de *R. aromaticus* e *H. jalcomulcensis*, que se presentan como características de la SMsC en este estudio. Esto podría estar señalando que las especies endémicas del BTC y, en este caso, de la SMsC, se encuentran particularmente bien adaptadas a las condiciones locales y son constituyentes importantes de la comunidad vegetal (Williams et al., 2010).

Finalmente, es importante mencionar que los resultados obtenidos en este trabajo permiten confirmar la urgente necesidad de preservar los manchones de SMsC existentes en el centro de Veracruz, dadas sus características únicas, la presencia de especies endémicas y las restricciones en cuanto a la superficie de este tipo de vegetación en el estado.

#### Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a las personas que han apoyado en el trabajo de campo, Luis Lagunes, César Carvajal, Samaria Armenta, María Elena Medina Abreo, Diego Kanchi y Melquiades Garrido. A Rosario Landgrave Ramírez por la elaboración de los mapas de

la zona de estudio. A Conacyt, por la beca otorgada para los estudios de doctorado de Olivia Palacios; el presente estudio forma parte de su Tesis doctoral.

#### Literatura citada

- Ayerde-Lozada, D. y L. López-Mata. 2006. Estructura poblacional y parámetros demográficos de *Juniperus flaccida* Schldl. *Madera y Bosques* 12:65-76.
- Barden, L. 1980. Tree replacement in small gaps in the cove hardwood forest in the southern Appalachians. *Oikos* 35:16-19.
- Berry, P. 2002. Diversidad y endemismo en los bosques neotropicales de bajura. In Guariguata, M. y G. Kattan (eds.). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Ediciones LUR. Cartago. p. 83-93.
- Castillo-Campos, G. 1985. Integración de paisajes en la región de Jalcomulco, Veracruz. Tesis, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 110 p.
- Castillo-Campos, G. 1995. Ecología del paisaje del municipio de Jalcomulco, Veracruz. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 192 p.
- Castillo-Campos, G., G. Halfpeter y C. Moreno. 2008. Primary and secondary vegetation patches as contributors to floristic diversity in a tropical deciduous forest landscape. *Biodiversity and Conservation* 17:1701-1714.
- Castillo-Campos, G., M. Medina-Abreo, P. Dávila-Aranda y J. Zavala-Hurtado. 2005. Contribución al conocimiento del endemismo de la flora vascular en Veracruz, México. *Acta Botanica Mexicana* 73:19-57.
- Chazdon, R., R. Colwell, J. Denslow y M. Guariguata. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forest of northeastern Costa Rica. In *Forest biodiversity research, monitoring and modelling*, F. Dallmeier y J. Comiskey (eds.). UNESCO y The Parthenon Publishing Group. Paris. p. 285-309.
- Colwell, R. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. User's guide and application published at: <http://purl.oclc.org/EstimateS>; última consulta: 23.II.2010.
- Cronquist, A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. The New York Botanical Garden. Nueva York. 555 p.
- Dirzo, R. y P. Raven. 2003. Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environment and Resources* 28:137-167.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 1991. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: a case study of the possible consequences of contemporary defaunation. In *Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions*. P. Prince, T. Lewinsohn, G. Fernandes y W. Benson (eds.). Wiley and Sons Publ., New York. p. 237-287.
- Dirzo, R., H. Young, H. Mooney y G. Ceballos. 2011. Introduction. In *Seasonally dry tropical forest: ecology and conservation*, R. Dirzo, H. Young, H. Mooney y G. Ceballos (eds.). Island Press. Washington, D. C. p. xi - xiii.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Offset Larios. México, D. F. 217 p.
- Gentry, A. 1946. Notes on the vegetation of sierra Surotato in northern Sinaloa. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 73:451-462.
- Gentry, A. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. In *Seasonally dry tropical forests*, S. Bullock, H. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press. Cambridge. p. 146-194.
- Godínez-Ibarra, O. y L. López-Mata. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 73:283-314.
- Gómez-Pompa, A. 1971. Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical. *Biotropica* 3:125-135.
- Gómez-Pompa, A. 1978. Ecología de la vegetación del estado de Veracruz. In *IREB-CECSA, México*, D. F. 91 p.
- Gómez-Pompa, A. 1983. La destrucción de los ecosistemas tropicales y subtropicales. In *Diez años después de Estocolmo (desarrollo, medio ambiente y supervivencia)*. CIFCA, Madrid. p. 90-106.
- Gómez-Pompa, A. y C. Vázquez-Yañez. 1976. Estudios sobre sucesión secundaria en los trópicos cálidos-húmedos: el ciclo de vida de las especies secundarias. In *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*, Gómez-Pompa et al. (eds.). CECSA, México, D. F. p. 579-593.
- Gómez-Pompa, A., T. Krömer y R. Castro-Cortés (coords.). 2010. Atlas de la flora de Veracruz. Un patrimonio natural en peligro. Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana. 529 p.
- González-Astorga, J. y G. Castillo-Campos. 2004. Genetic variability of the narrow endemic tree *Antirhea aromatica* Castillo-Campos and Lorence (Rubiaceae, Guettardeae) in a tropical forest of Mexico. *Annals of Botany* 93:521-528.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org); última consulta: 29.XI.2012.
- Janzen, D. 1988. Tropical dry forest. The most endangered major tropical ecosystems. In *Biodiversity*, E. Wilson (ed.). National Academy Press, Washington, D. C. p. 130-137.
- Kovach, W. 1999. MVSP-a Multivariate Statistical Package for Windows, version 3.1. Kovach Computing Services. Pentraeth, Wales.
- Magurran, A. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Science Ltd. Oxford. 256 p.
- Martínez-y Pérez, J., G. Castillo-Campos, M. Santiago-Martínez y L. Hernández-Cuevas. 2011. Análisis florístico en tepetates del estado de Tlaxcala. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:623-637.
- Masera, O., M. Ordóñez y R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from Mexican forests: current situation and long term scenarios.

- Climatic Change 35:265-295.
- Medina-Abreo, M. y G. Castillo-Campos. 1993. Vegetación y listado florístico de la Barranca de Acazónica, Veracruz, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 53:73-111.
- Miles, L., A. Newton, R. DeFries, C. Ravilious, I. May, S. Blyth, V. Kapos y J. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33:491-505.
- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación en la Cuenca del río de las Balsas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 8:95-114.
- Miranda, F. 1958. Estudios acerca de la vegetación. *In* Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento, E. Beltrán (ed.). Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D. F. p. 215-271.
- Miranda, F. y E. Hernández-Xolocotzi. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.
- Mooney, H., S. Bullock y E. Medina. 1995. Introduction. *In* Seasonally dry tropical forests, S. Bullock, H. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press, Cambridge. p. 1-8.
- Murphy, P. y A. Lugo. 1995. Dry forests of Central America and the Caribbean. *In* Seasonally dry tropical forests, S. Bullock, H. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press. Cambridge. p. 9-34.
- Pineda-García, F., L. Arredondo-Amezcuca y G. Ibarra-Manríquez. 2007. Riqueza y diversidad de especies leñosos del bosque tropical caducifolio El Tarimo, Cuenca del Balsas, Guerrero. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:129-139.
- Portillo-Quintero, C. y G. Sánchez-Azofeifa. 2010. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation* 143:144-155.
- Robles, H. 1986. La vegetación y uso tradicional de las plantas de la barranca de Monte Rey, municipio de Axocuapan, Ver., y sus alrededores. Tesis, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 70 p.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Limusa. México D. F. 432 p.
- Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 9:1-123.
- Sarukhán, J. 1968. Los tipos de vegetación arbórea de la zona cálido-húmeda de México. *In* Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México, T. Pennington y J. Sarukhán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y FAO. México, D. F. p. 3-46.
- Semarnat, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México.
- Servicio Meteorológico Nacional. 19 abril 2010. <http://www.smn.cna.gob.mx/SMN.html>
- Sneath, R. y R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy. W. H. Freeman. San Francisco. 573 p.
- Systat Software, Inc. 2006. Sigmatat 3.5 for Windows. Tulsa, Oklahoma.
- Toledo, V. 1982. Pleistocene changes of vegetation in tropical Mexico. *In* Biological diversification in the Tropics, G. Prance (ed.). Columbia University Press. New York. p. 93-111.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94:133-142.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation* 11:2063-2048.
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 30 mar 2011; <http://www.tropicos.org>
- Turner, I. y R. Corlett. 1996. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Trends in Ecology and Evolution* 11:330-341.
- Vovides, A. y A. Gómez-Pompa. 1977. The problems of threatened and endangered plant species of Mexico. *In* Extinction is forever, G. Prance (ed.). Botanical Garden. New York. p. 77-88.
- Walter, H. 1985. Vegetation of the Earth and ecological systems of the geo-biosphere. Springer-Verlag. Berlin. 318 p.
- Williams, J., J. Viers y M. Schwartz. 2010. Tropical dry forest trees and the relationship between local abundance and geographic range. *Journal of Biogeography* 37:951-959.
- 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. y F. Lorea. 2009. Tree species diversity driven by environmental and anthropogenic factors in tropical dry forest fragments of central Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 18:3269-3293.

**Apéndice.** Lista florística de la flora vascular de la selva mediana subcaducifolia del centro de Veracruz, México. Se incluyen todas las especies registradas en el área de estudio, con el número de colecta (N) y colector (CI): (OMPW)= Olivia Palacios Wassenaar; (CC) Gonzalo Castillo Campos; (NC)= no colectada. Todos los ejemplares se depositaron en el herbario XAL del Instituto de Ecología, A. C. Se diferencian las especies de acuerdo con su forma de crecimiento en: (A) árboles; (Ar)= arbustos; (H)= hierbas y (T)= trepadoras, que incluye lianas y bejucos. Se presenta la frecuencia registrada para cada especie en el área de estudio (SMsC) y en los grupos de similitud G1, G2, G3 y “outsiders” (G4); así como el número de grupos (P) donde se encontraron las especies.

FB	Grupo/familia/especie	N	CI	SMsC	G1	G2	G3	G4	P
	Pteridophyta y grupos afines								
	Dryopteridaceae								
H	<i>Bolbitis portoricensis</i> (Spreng.) Hennipman	NC		2	1	0	0	1	1
H	<i>Tectaria heracleifolia</i> (Willd.) Underw.	457	OMPW	12	11	0	0	1	1
	Lygodiaceae								
H	<i>Lygodium venustum</i> Sw.	NC		1	0	1	0	0	1
	Polypodiaceae								
H	<i>Pecluma</i> sp.	NC		1	0	0	0	1	0
H	<i>Polypodium furfuraceum</i> Schtdl. y Cham.	523	OMPW	4	2	1	1	0	3
	Pteridaceae								
H	<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	488	OMPW	7	5	1	0	1	2
H	<i>Adiantum tricholepis</i> Fée	24875	CC	12	0	5	6	1	2
	Selaginellaceae								
H	<i>Selaginella delicatissima</i> Linden ex A. Braun	524	OMPW	1	1	0	0	0	1
	Magnoliophyta								
	Liliopsida								
	Araceae								
H	<i>Anthurium podophyllum</i> (Schtdl. y Cham.) Kunth	456	OMPW	23	9	11	3	0	3
H	<i>Anthurium schlehtendalii</i> Kunth	447	OMPW	42	10	14	17	1	3
H	<i>Monstera acuminata</i> K. Koch	455	OMPW	4	4	0	0	0	1
H	<i>Philodendron hederaceum</i> (Jacq.) Schott	446	OMPW	14	5	7	2	0	3
H	<i>Philodendron radiatum</i> Schott	547	OMPW	9	2	4	2	1	3
H	<i>Philodendron</i> sp.	454	OMPW	6	6	0	0	0	1
H	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	445	OMPW	53	16	27	9	1	3
	Arecaceae								
A	<i>Acrocomia mexicana</i> Karw. ex Mart.	517	OMPW	1	1	0	0	0	1
H	<i>Chamaedorea klotzschiana</i> H. Wendl.	525	OMPW	4	2	1	0	1	2
H	<i>Chamaedorea</i> sp.	24751	CC	16	3	13	0	0	2
	Asparagaceae								
A	<i>Beaucarnea inermis</i> (S. Watson) Rose	NC		4	0	1	3	0	2
A	<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	24728	CC	31	1	14	15	1	3
	Bromeliaceae								
H	<i>Aechmea magdalenae</i> (André) André ex Baker			1	0	0	1	0	1
H	<i>Tillandsia</i> aff. <i>schiedeana</i> Steud.	24880	CC	1	0	0	1	0	1
H	<i>Tillandsia ionantha</i> Planch.	485	OMPW	35	7	10	16	2	3
H	<i>Tillandsia schiedeana</i> Steud.	453	OMPW	20	5	1	12	2	3
	Commelinaceae								

## Apéndice. Continúa

FB	Grupo/familia/especie	N	Cl	SMsC	G1	G2	G3	G4	P
H	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	449	OMPW	14	6	4	4	0	3
H	<i>Gibasis</i> sp.	538	OMPW	3	2	1	0	0	2
	Cyperaceae								
H	<i>Scleria</i> sp.	24862	CC	2	0	0	2	0	1
	Orchidaceae								
H	<i>Cyrtopodium punctatum</i> (L.) Lindl.	NC		1	0	0	1	0	1
H	<i>Spiranthes</i> aff. <i>aurantiaca</i> (La Llave y Lex.) Hemsl.	617	OMPW	1	0	0	1	0	1
H	<i>Spiranthes</i> aff. <i>speciosa</i> (C. Presl) Lindl.	483	OMPW	7	4	1	2	0	3
H	<i>Vanilla pompona</i> Schiede	575	OMPW	1	0	1	0	0	1
	Poaceae								
H	<i>Ichnanthus tenuis</i> (J. Presl y C. Presl) Hitchc. y Chase	511	OMPW	3	2	0	1	0	2
H	<i>Lasiacis sloanei</i> (Griseb.) Hitchc.	24742	CC	14	1	9	4	0	3
H	<i>Panicum</i> sp.	534	OMPW	1	1	0	0	0	1
H	<i>Zeugites capillaris</i> (Hitchc.) Swallen	229	OMPW	5	0	2	2	1	2
	Smilacaceae								
T	<i>Smilax</i> sp. 1	NC		5	1	4	0	0	2
T	<i>Smilax</i> sp. 2	24775	CC	7	1	4	1	1	3
T	<i>Smilax</i> sp. 3	24894	CC	1	0	0	1	0	1
	Magnoliopsida								
	Acanthaceae								
Ar	<i>Aphelandra deppeana</i> Schldtl. y Cham.	129	OMPW	2	0	1	0	1	1
H	<i>Barleria micans</i> Nees	24774	CC	12	2	4	6	0	3
H	<i>Henrya scorpioides</i> (L.) Nees	111	OMPW	5	0	3	2	0	2
Ar	<i>Hoffmania</i> sp.	NC		1	0	0	0	1	0
H	<i>Justicia fulvicoma</i> Schldtl. y Cham.	24901	CC	1	0	0	1	0	1
H	<i>Pseuderanthemum alatum</i> (Nees) Radlk.	444	OMPW	35	17	17	1	0	3
T	<i>Siphonoglossa canbyi</i> (Greenm.) Hilsenb.	24773	CC	10	0	5	4	0	2
H	<i>Stenandrium dulce</i> (Cav.) Nees	24888	CC	2	0	1	1	0	2
H	Acanthaceae 1	841	OMPW	1	0	0	1	0	1
	Achatocarpaceae								
A	<i>Achatocarpus nigricans</i> Triana	162	OMPW	2	0	2	0	0	1
	Amaranthaceae								
T	<i>Chamissoa altissima</i> (Jacq.) Kunth	24886	CC	7	0	3	4	0	2
H	<i>Iresine interrupta</i> Benth.	24854	CC	6	0	2	4	0	2
	Anacardiaceae								
A	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	25	OMPW	31	10	11	10	0	3
A	<i>Comocladia engleriana</i> Loes.	4	OMPW	52	10	25	16	1	3
A	<i>Pistacia mexicana</i> Kunth	888	OMPW	2	0	0	1	1	1
A	<i>Spondias mombin</i> L.	NC		1	0	0	0	1	0
A	<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	284	OMPW	2	1	1	0	0	2

Apéndice. Continúa

FB	Grupo/familia/especie	N	Cl	SMsC	G1	G2	G3	G4	P
Annonaceae									
Ar	<i>Annona globiflora</i> Schltld.	34	OMPW	17	2	11	3	1	3
A	<i>Mosannonia depressa</i> (Baill.) Chatrou	83	OMPW	41	6	20	14	1	3
A	<i>Sapranthus microcarpus</i> (Donn. Sm.) R. E. Fr.	6	OMPW	39	18	12	8	1	3
Apocynaceae									
A	<i>Aspidosperma megalocarpon</i> Müll. Arg.	58	OMPW	9	9	0	0	0	1
T	<i>Marsdenia coulteri</i> Hemsl.	843	OMPW	11	0	2	9	0	2
A	<i>Stemmadenia</i> sp.	26	OMPW	1	1	0	0	0	1
A	<i>Tabernaemontana alba</i> Mill.	24826	CC	5	2	2	0	1	2
A	<i>Thevetia thevetioides</i> (Kunth) K. Schum.	24755	CC	12	0	9	2	1	2
Araliaceae									
A	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. y Planch.	24838	CC	5	3	2	0	0	2
Aristolochiaceae									
T	<i>Aristolochia asclepiadifolia</i> Brandegee	14	OMPW	22	11	10	0	1	3
Asteraceae									
H	<i>Eupatorium</i> aff. <i>areolare</i> DC.	84	OMPW	2	1	1	0	0	2
Ar	<i>Eupatorium albicaule</i> Sch. Bip. ex Klatt	892	OMPW	1	0	0	1	0	1
H	<i>Eupatorium areolare</i> DC.	24899	CC	1	0	0	1	0	1
Ar	<i>Eupatorium nelsonii</i> B. L. Rob.	353	OMPW	1	0	1	0	0	1
Ar	<i>Senecio</i> aff. <i>deppianus</i> Hemsl.	882	OMPW	3	0	0	2	1	1
Ar	<i>Senecio orcuttii</i> Greenm.	403	OMPW	3	0	0	3	0	1
Ar	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	532	OMPW	2	1	1	0	0	2
Bignoniaceae									
T	<i>Adenocalymma inundatum</i> Mart. ex DC.	298	OMPW	2	0	2	0	0	1
T	<i>Anemopaegma chrysanthum</i> Dugand	49	OMPW	9	1	3	5	0	3
T	<i>Arrabidaea</i> aff. <i>verrucosa</i> (Standl.) A. H. Gentry	24769	CC	6	0	5	0	1	1
T	<i>Cydista heterophylla</i> Seibert	18	OMPW	10	5	4	1	0	3
Boraginaceae									
A	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	822	OMPW	3	0	1	2	0	2
T	<i>Tournefortia hirsutissima</i> L.	140	OMPW	1	0	1	0	0	1
Bursaceae									
A	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	36	OMPW	34	7	16	10	1	3
A	<i>Protium copal</i> (Schltld. y Cham.) Engl.	11	OMPW	16	5	8	2	1	3
Cactaceae									
Ar	<i>Cephalocereus</i> sp.	NC		3	0	0	2	1	1
Ar	<i>Opuntia</i> sp.	NC		2	0	0	2	0	1
H	<i>Selenicereus</i> sp.	24897	CC	1	0	0	1	0	1
Ar	<i>Selenicereus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Buxb.	NC		6	0	0	6	0	1
Ar	Cactaceae 1	113	OMPW	2	0	2	0	0	1
Cannabaceae									
T	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	51	OMPW	8	2	1	5	0	3

## Apéndice. Continúa

FB	Grupo/familia/especie	N	Cl	SMsC	G1	G2	G3	G4	P
Ar	<i>Celtis</i> sp. 1	24895	CC	1	0	0	1	0	1
Ar	<i>Celtis</i> sp. 2	872	OMPW	1	0	0	1	0	1
	Capparaceae								
A	<i>Capparis baducca</i> L.	30	OMPW	7	2	4	0	1	2
A	<i>Capparis pringlei</i> Briq.	24767	CC	20	2	11	7	0	3
A	<i>Capparis tuerckheimii</i> Donn. Sm.	845	OMPW	23	10	8	4	1	3
A	<i>Crateva tapia</i> L.	125	OMPW	1	0	0	0	1	0
A	<i>Forchhammeria</i> sp.	24896	CC	3	0	0	3	0	1
A	<i>Morisonia americana</i> L.	37	OMPW	11	2	8	1	0	3
	Celastraceae								
Ar	<i>Crossopetalum uragoga</i> (Jacq.) Kuntze	75	OMPW	16	2	6	7	1	3
A	<i>Maytenus repanda</i> Turcz.	39	OMPW	15	8	6	1	0	3
A	<i>Wimmeria</i> aff. <i>concolor</i> Schltdl. y Cham.	24822	CC	5	2	3	0	0	2
	Connaraceae								
Ar	<i>Rourea glabra</i> Kunth	133	OMPW	2	0	1	0	1	1
Ar	Connaraceae 1	912	OMPW	1	1	0	0	0	1
	Cucurbitaceae								
T	<i>Ibervillea millspaughii</i> (Cogn.) C. Jeffrey	24718	CC	18	1	10	7	0	3
	Ebenaceae								
A	<i>Diospyros oaxacana</i> Standl.	380	OMPW	24	4	1	19	0	3
A	<i>Diospyros verae-crucis</i> (Standl.) Standl.	823	OMPW	5	0	0	5	0	1
	Euphorbiaceae								
Ar	<i>Acalypha</i> aff. <i>diversifolia</i> Jacq.	320	OMPW	1	0	0	1	0	1
Ar	<i>Acalypha</i> aff. <i>leptopoda</i> Müll. Arg.	469	OMPW	5	1	2	2	0	3
Ar	<i>Acalypha</i> aff. <i>Villosa</i> Jacq.	714	OMPW	4	2	1	1	0	3
Ar	<i>Acalypha</i> sp.	854	OMPW	1	0	0	1	0	1
Ar	<i>Acalypha villosa</i> Jacq.	8	OMPW	57	15	24	16	2	3
A	<i>Adelia oaxacana</i> (Müll. Arg.) Hemsl.	844	OMPW	13	0	3	9	1	2
A	<i>Bernardia interrupta</i> (Schltdl.) Müll. Arg.	304	OMPW	13	2	10	1	0	3
A	<i>Bernardia mexicana</i> (Hook. y Arn.) Müll. Arg.	851	OMPW	13	0	2	10	1	2
Ar	<i>Cnidoscopus aconitifolius</i> (Mill.) I. M. Johnst.	NC		14	0	5	8	1	2
H	<i>Cnidoscopus herbaceus</i> (L.) I.M. Johnst.	93	OMPW	1	0	1	0	0	1
A	<i>Croton niveus</i> Jacq.	850	OMPW	4	0	0	4	0	1
Ar	<i>Croton torreyanus</i> Müll. Arg.	65	OMPW	1	1	0	0	0	1
H	<i>Euphorbia oaxacana</i> B.L. Rob. y Greenm.	24852	CC	9	0	1	7	1	2
H	<i>Euphorbia</i> sp.	913	OMPW	1	1	0	0	0	1
A	<i>Gymnanthes lucida</i> Sw.	828	OMPW, CC	18	2	12	3	1	3
Ar	<i>Pedilanthus calcaratus</i> Schltdl.	24801	CC	24	0	6	18	0	2
H	<i>Phyllanthus micrandrus</i> Müll. Arg.	24727	CC	14	0	6	7	1	2
A	<i>Sebastiania</i> sp.	70	OMPW	5	2	1	2	0	3

Apéndice. Continúa

FB	Grupo/familia/especie	N	Cl	SMsC	G1	G2	G3	G4	P
Ar	Euphorbiaceae 1	24748	CC	3	0	3	0	0	1
H	Euphorbiaceae 2	533	OMPW	2	2	0	0	0	1
	Fabaceae								
Ar	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	633	OMPW	11	2	4	5	0	3
Ar	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	24781	CC	1	0	1	0	0	1
A	<i>Albizia</i> aff. <i>occidentalis</i> Brandegee	869	OMPW	7	0	2	5	0	2
A	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	24780	CC	17	0	6	10	1	2
Ar	<i>Bauhinia jucunda</i> Brandegee	53	OMPW	25	4	20	1	0	3
A	<i>Cojoba arborea</i> (L.) Britton y Rose	NC		1	0	0	0	1	0
Ar	<i>Cracca</i> sp.	832	OMPW	23	0	11	12	0	2
H	<i>Desmodium</i> sp.	235	OMPW	9	0	0	9	0	1
A	<i>Lennea brunnescens</i> Standl.	64	OMPW	14	5	5	4	0	3
A	<i>Leucaena</i> sp.	NC		5	0	3	1	1	2
A	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J. F. Macbr.	24844	CC	10	0	2	7	1	2
T	<i>Machaerium</i> aff. <i>salvadorensis</i> (Donn. Sm.) Rudd	24785	CC	2	0	1	0	1	1
T	<i>Machaerium chiapense</i> Brandegee	940	OMPW	1	1	0	0	0	1
T	<i>Machaerium salvadorensis</i> (Donn. Sm.) Rudd	42	OMPW	3	2	1	0	0	2
T	<i>Mimosa guilandinae</i> (DC.) Barneby	88	OMPW	12	1	3	7	1	3
A	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	321	OMPW	5	0	3	2	0	2
A	<i>Pithecellobium</i> aff. <i>seleri</i> Harms	24860	CC	2	0	0	2	0	1
H	<i>Senna</i> aff. <i>hirsuta</i> (L.) H. S. Irwin y Barneby	130	OMPW	1	0	0	0	1	0
Ar	<i>Senna fruticosa</i> (Mill.) H. S. Irwin y Barneby	24892	CC	2	0	0	2	0	1
Ar	<i>Zapoteca formosa</i> subsp. <i>formosa</i> (Kunth) H. M. Hern.	337	OMPW	12	1	6	5	0	3
A	Fabaceae 1	94	OMPW	18	0	12	5	1	2
	Flacourtiaceae								
A	<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	7	OMPW	33	13	14	16	0	3
	Hippocrateaceae								
T	<i>Hippocratea celastroides</i> Kunth	57	OMPW	45	8	19	18	0	3
T	<i>Hippocratea</i> sp.	131	OMPW	1	0	0	0	1	0
	Labiatae								
H	<i>Scutellaria seleriana</i> Loes.	873	OMPW	2	0	0	2	0	1
	Lauraceae								
A	<i>Licaria misantlae</i> (Brandegee) Kosterm.	78	OMPW	26	2	13	11	0	3
A	<i>Ocotea tampicensis</i> (Meisn.) Hemsl.	853	OMPW	30	4	25	1	0	3
	Malpighiaceae								
T	<i>Banisteriopsis</i> aff. <i>cornifolia</i> (Kunth) C. B. Rob.	344	OMPW	2	1	1	0	0	2
A	<i>Bunchosia</i> aff. <i>cornifolia</i> Kunth	60	OMPW	5	5	0	0	0	1
A	<i>Bunchosia</i> aff. <i>lanceolata</i> Turcz.	59	OMPW	1	1	0	0	0	1
A	<i>Bunchosia</i> aff. <i>swartziana</i> Griseb.	166	OMPW	2	0	2	0	0	1
A	<i>Bunchosia lindeniana</i> var. <i>mexicana</i> Nied.	230	OMPW	21	14	7	0	0	2

## Apéndice. Continúa

FB	Grupo/familia/especie	N	Cl	SMsC	G1	G2	G3	G4	P
A	<i>Malpighia glabra</i> L.	85	OMPW	31	1	16	13	1	3
T	<i>Tetrapteris schiedeana</i> Schltldl. y Cham. Malvaceae	855	OMPW	17	0	2	15	0	2
A	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten y Baker f.	NC		5	0	0	5	0	1
Ar	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	322	OMPW	7	0	2	5	0	2
A	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand Meliaceae	899	OMPW	2	0	0	2	0	1
A	<i>Trichilia americana</i> (Sessé y Moc.) T. D. Penn. Menispermaceae	951	OMPW	1	0	1	0	0	1
A	<i>Hyperbaena jalcomulcensis</i> Pérez y Cast.-Campos Moraceae	82	OMPW	35	4	15	16	0	3
A	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	15	OMPW	63	15	28	18	2	3
H	<i>Dorstenia contrajerva</i> L.	451	OMPW	29	16	10	3	0	3
A	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	181	OMPW	2	0	2	0	0	1
A	<i>Ficus</i> sp.	NC		1	0	0	1	0	1
A	<i>Ficus trigonata</i> L.	868	OMPW	5	0	2	3	0	2
A	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb. Myrtaceae	16	OMPW	9	6	2	0	1	2
A	<i>Calyptranthes</i> sp.	115	OMPW	21	0	15	6	0	2
A	<i>Eugenia mexicana</i> Steud.	217	OMPW	3	1	2	0	0	2
A	<i>Eugenia rhombea</i> Krug y Urb.	209	OMPW	24	2	17	5	0	3
A	<i>Eugenia</i> sp. 1	55	OMPW	1	1	0	0	0	1
A	<i>Eugenia</i> sp. 2	40	OMPW	1	1	0	0	0	1
A	<i>Myrcianthes fragrans</i> (Sw.) McVaugh	118	OMPW	6	1	5	0	0	2
A	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied. Nyctaginaceae	694	OMPW	19	9	9	1	0	3
Ar	<i>Neea</i> aff. <i>psychotrioides</i> Donn. Sm.	879	OMPW	4	1	1	2	0	3
Ar	<i>Neea tenuis</i> Standl.	29	OMPW	5	2	0	3	0	2
T	<i>Pisonia aculeata</i> L. Oleaceae	5	OMPW	22	13	8	1	0	3
A	<i>Fraxinus dubia</i> (Willd. ex Schult. y Schult. f.) P. S. Green y M. Nee Oxalidaceae	891	OMPW	5	0	1	3	1	2
H	<i>Oxalis robusta</i> (Rose ex Small) R. Knuth Passifloraceae	72	OMPW	3	3	0	0	0	1
T	<i>Passiflora pallida</i> L. Picramniaceae	71	OMPW	4	1	2	1	0	3
A	<i>Picramnia andicola</i> Tul. Piperaceae	126	OMPW	1	0	0	0	1	0
H	<i>Peperomia angustata</i> Kunth	510	OMPW	13	1	6	6	0	3
Ar	<i>Piper nudum</i> C. DC.	9	OMPW	31	12	14	4	1	3

Apéndice. Continúa

FB	Grupo/familia/especie	N	Cl	SMsC	G1	G2	G3	G4	P
	Plantaginaceae								
T	<i>Russelia purpusii</i> Brandegee	76, 100	OMPW	15	1	6	7	1	3
	Polygonaceae								
A	<i>Coccoloba barbadensis</i> Willd.	17	OMPW	38	5	22	11	0	3
A	<i>Coccoloba humboldtii</i> Meisn.	826	OMPW	1	0	0	1	0	1
A	<i>Coccoloba</i> sp.	593	OMPW	1	0	1	0	0	1
	Primulaceae								
Ar	<i>Jacquinia macrocarpa</i> subsp. <i>macrocarpa</i> Cav.	63	OMPW	18	2	5	11	0	3
	Rhamnaceae								
A	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. y Schult.) Zucc.	24804	CC	7	0	2	5	0	2
	Rubiaceae								
Ar	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	838	OMPW	5	0	1	4	0	2
A	<i>Coffea arabica</i> L.	NC		1	0	0	0	1	0
A	<i>Exostema mexicanum</i> A. Gray	221	OMPW	11	2	1	8	0	3
A	<i>Faramea occidentalis</i> (L.) A. Rich.	128	OMPW	1	0	0	0	1	0
A	<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	24865	CC	2	0	1	1	0	2
A	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	270	OMPW	1	0	0	1	0	1
Ar	<i>Psychotria costivenia</i> Griseb.	22	OMPW	5	4	1	0	0	2
Ar	<i>Psychotria erythrocarpa</i> Schltldl.	27	OMPW	36	3	14	19	0	3
Ar	<i>Randia aculeata</i> L.	852	OMPW	11	0	9	2	0	2
A	<i>Randia monantha</i> Benth.	24803	CC	2	0	2	0	0	1
A	<i>Randia tetracantha</i> (Cav.) DC.	20	OMPW	13	5	4	4	0	3
A	<i>Resinanthus aromaticus</i> (Cast.-Campos y Lorence)	224	OMPW	65	16	28	19	2	3
	Borhidi								
	Rutaceae								
A	<i>Amyris rekoii</i> Blake	24885	CC	4	0	1	3	0	2
A	<i>Ptelea trifoliata</i> L.	106	OMPW	2	0	2	0	0	1
Ar	<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	296	OMPW	1	0	1	0	0	1
	Sapindaceae								
A	<i>Exothea paniculata</i> (Juss.) Radlk.	10 - 79	OMPW	45	6	21	18	0	3
T	<i>Paullinia tomentosa</i> Jacq.	24809	CC	21	0	9	12	0	2
A	<i>Sapindus saponaria</i> L.	259	OMPW	6	0	4	2	0	2
T	<i>Serjania schiedeana</i> Schltldl.	165	OMPW	1	0	1	0	0	1
T	<i>Serjania</i> sp.	749	OMPW	2	0	2	0	0	1
	Sapotaceae								
A	<i>Bumelia celastrina</i> Kunth	24871	CC	5	0	0	5	0	1
A	<i>Dipholis salicifolia</i> (L.) A. DC.	24869	CC	10	0	3	7	0	2
A	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	93	OMPW	9	6	2	0	1	2
A	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni	158	OMPW	3	0	2	1	0	2
A	<i>Sideroxylon</i> sp.	2	OMPW	2	2	0	0	0	1
	Simaroubaceae								

## Apéndice. Continúa

FB	Grupo/familia/especie	N	Cl	SMsC	G1	G2	G3	G4	P
A	<i>Picrasma mexicana</i> Brandegee	24784	CC	15	0	5	10	0	2
A	<i>Simarouba glauca</i> DC. Solanaceae	28	OMPW	1	1	0	0	0	1
Ar	<i>Physalis arborescens</i> L.	180	OMPW	11	0	6	4	1	2
T	<i>Solanum wendlandii</i> Hook. f. Talinaceae	24832	CC	1	0	1	0	0	1
H	<i>Talinum paniculatum</i> Moench Thymelaeaceae	312	OMPW	1	0	1	0	0	1
A	<i>Daphnopsis americana</i> (Mill.) J. R. Johnst. Ulmaceae	117	OMPW	2	0	2	0	0	1
A	<i>Aphananthe monoica</i> (Hemsl.) J.-F. Leroy Urticaceae	1	OMPW	41	13	18	10	0	3
A	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	NC		1	1	0	0	0	1
A	<i>Laportea mexicana</i> (Liebm.) Wedd.	54	OMPW	20	3	14	2	1	3
A	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd. Verbenaceae	3	OMPW	15	8	7	0	0	2
Ar	<i>Lantana camara</i> L.	NC		1	0	0	0	1	0
T	<i>Petrea volubilis</i> L. Violaceae	74	OMPW	36	4	15	17	0	3
H	<i>Hybanthus attenuatus</i> (Humb. y Bonpl. ex Roem. y Schant.) Schulze-Menz Vitaceae	109	OMPW	2	0	2	0	0	1
T	<i>Cissus</i> aff. <i>microcarpa</i> Vahl	24721	CC	7	0	5	2	0	2
T	<i>Cissus sicyoides</i> L.	179	OMPW	2	0	2	0	0	1
T	<i>Cissus</i> sp.	846	OMPW	2	0	1	1	0	2