

# Aspectos generales de la flora vascular de la Península de Yucatán Mexicana

RODRIGO DUNO DE STEFANO<sup>1</sup>, IVÓN RAMÍREZ MORILLO<sup>1</sup>, JOSÉ LUIS TAPIA-MUÑOZ<sup>1</sup>, SILVIA HERNÁNDEZ-AGUILAR<sup>1</sup>, LILIA LORENA CAN<sup>1</sup>, WILLIAM CETZAL-IX<sup>2</sup>, NURY MÉNDEZ-JIMÉNEZ<sup>3</sup>, PEDRO ZAMORA-CRESCENCIO<sup>3</sup>, CELSO GUTIÉRREZ-BÁEZ<sup>3</sup> Y GERMÁN CARNEVALI FERNÁNDEZ-CONCHA<sup>1,4</sup>

Botanical Sciences  
96 (3): 515-532, 2018

DOI: 10.17129/botsoci.1868

Received:

September 28th, 2017

Accepted:

February 18th, 2018

Editor asociado:

Guillermo Ibarra-Manríquez

## Resumen

**Antecedentes:** El conocimiento florístico es una tarea progresiva, de acumulación periódica de datos y, en cierta manera, sin una fecha de conclusión obvia más allá de limitaciones programáticas o presupuestales. Este conocimiento se sintetiza básicamente en listados florísticos y floras. Los estudios taxonómicos de grupos particulares, conocidos tradicionalmente como revisiones, arrojan frecuentemente cambios en el conocimiento de la biodiversidad y deben ser incorporados periódicamente a los listados florísticos y floras. También la sistemática filogenética, en especial aquella basada en información derivada de análisis moleculares, ha producido cambios dramáticos en la forma en que entendemos las relaciones entre taxones y clasificamos la diversidad organizmática y requieren ser tomados en cuenta. No menos importantes son las novedades taxonómicas regionales y especies nuevas para la ciencia descritas a partir de material recolectado originalmente y/o exclusivamente en el área de interés, en este caso, la península de Yucatán Mexicana (PYM). Por último, como respuesta a nuevas evidencias, los sistemáticos cambiamos de opinión en relación a la circunscripción de un organismo en particular o cometemos errores que deben ser corregidos. Este trabajo resume la tarea diaria de mantener actualizado el listado y conocimiento florístico de la PYM.

**Preguntas:** ¿Cuántas especies de plantas vasculares crecen naturalmente en la PYM? ¿Cuáles taxones son endémicos? ¿Cuáles novedades para los listados florísticos han ocurrido desde la última publicación? ¿Con cuáles recursos humanos e infraestructura cuenta la PYM para llevar a cabo la tarea de entender y documentar la flora de la región? ¿Cuáles son los vacíos de información geográficos y taxonómicos detectados?

**Especies estudiadas:** Gimnospermas, helechos y grupos afines, Angiospermas.

**Sitio de estudio y fechas:** La PYM está conformada por los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Es la parte más septentrional de una unidad biogeográfica que se extiende al Petén en Guatemala y al norte de Belice (Distritos de Belize, Corozal y Orange Walk), conocida como Provincia Biótica Península de Yucatán (PBPY). Ésta es una compilación de los avances de nuestro conocimiento durante los últimos ocho años (2010-2017) después de la publicación del Listado Florístico de la Flora Ilustrada de la Península de Yucatán (Carnevali Fernández-Concha *et al.* 2010), pero en muchos casos, incluye información previa derivada de la revisión bibliográfica.

**Métodos:** El trabajo consistió en la revisión de literatura botánica publicada en los últimos ocho años (2010-2017), así como de literatura más antigua (siglos XIX y XX), lo que permite completar una nueva sinopsis florística. Se realizó una evaluación de la infraestructura y los recursos humanos responsables de generar el conocimiento botánico en la PYM.

**Resultados:** En la PYM se han registrado para la flora vascular 168 familias, 970 géneros, 2,327 especies de las cuales 99 se encuentran exclusivamente en Campeche, Quintana Roo o Yucatán, mientras que otras 85 extienden su distribución hasta el norte de Belice y Guatemala; por último, diez especies se distribuyen exclusivamente en el norte de Belice y Guatemala por lo que es posible su presencia en el sur de Campeche y Quintana Roo. La PYM cuenta con seis herbarios, aproximadamente 140,000 colecciones botánicas y unos 20 profesionales locales dedicados al estudio de su flora. Estos investigadores concentran sus esfuerzos en el estudio de 15 familias de angiospermas. Cinco familias de las diez más ricas en especies (Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Orchidaceae y Poaceae) cuentan con al menos un especialista local.

<sup>1</sup>Herbario CICY, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C., Mérida, Yucatán, México.

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, México.

<sup>3</sup>Herbario UCAM, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Campeche, México.

<sup>4</sup>Autor para la correspondencia: carneval@cicy.mx

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC BY-NC (4.0) international.

**Conclusión:** La PYM es un área con una riqueza florística baja en comparación con otras áreas o unidades biogeográficas de México y del Neotrópico: incluye taxones equivalentes al 9.92 % de la flora total del país y sus endémicas, constituyen el 0.85 % de la flora endémica de México (1.58 % si se considera toda la PBPY). Este bajo número de especies en la PYM está determinado por su ubicación espacial, la homogeneidad fisiográfica, la ausencia de ríos, las temperaturas constantemente altas y la marcada estacionalidad de la precipitación. Sin lugar a dudas, una prolongada presencia humana en la región y un intenso desarrollo humano en los siglos XX y XXI, han jugado también un papel importante en la transformación de la cobertura vegetal y en los patrones de distribución de la flora en la región.

**Palabras clave:** Campeche, Conocimiento florístico, Flora, México, Quintana Roo, Yucatán.

## Abstract

**Background:** Attaining a reasonable floristic knowledge for any given region is a progressive task, of gradual, periodic accumulation of data with no deadline, beyond programmatic or budgetary limitations. The knowledge gained synthesized in floristic checklist, regional taxonomic treatments, and floras. The taxonomic studies of particular groups, traditionally known as treatments, frequently reveal changes in the knowledge of biodiversity that must be incorporated periodically into floristic checklist and floras. Also, phylogenetic systematics, especially that based on molecules, has yielded dramatic changes in the way we understand relationships and classify organismic diversity, and also needs to be taken into account. No less important are the regional taxonomic novelties and new species for Science described from material originally collected and / or exclusively in the area of interest, in this case, the Mexican portion of the Yucatan Peninsula (MYP). Finally, practicing systematists often change their opinion in relation to circumscriptions of particular organisms as a consequence of the evaluation of new evidence. Also, we make mistakes that must be corrected. This work summarizes the daily task of increasing and updating the floristic knowledge of the MYP.

**Question:** How many species of vascular plants grow wild in the MYP? How many of these are endemic to this area? What important floristic and taxonomic changes have occurred since the publication of the last checklist? What human resources and infrastructure are currently available to study this flora? What are the gaps in our floristic and taxonomic knowledge?

**Studied species:** Gymnosperms, ferns and related groups, Angiosperms.

**Study site and and years of study:** The MYP is made up of the states of Campeche, Quintana Roo, and Yucatan. As a biogeographic unit, it extends to the northern portion of Belize (Departments of Belize, Corozal, and Orange Walk) and the Peten in Guatemala. This is a compilation of the advances of our knowledge during the last eighth years (2010-2017) after the publication of the Checklist of the Flora Ilustrada de la Península de Yucatán.

**Methods:** The research consisted in the revision of botanical literature published during the last eighth years (2011-2017), including information arising from the revision of older literature (from the XIX and XX centuries), a task that allowed us to produce a new floristic synopsis. An assessment of the infrastructure and human resources responsible for generating botanical information in the MYP is also included.

**Results:** Our latest account of taxonomic richness for the MYP yields the following figures: 168 vascular plant families, 970 genera and 2,327 species. Of these species, 99 are restricted to the combined Campeche, Quintana Roo and Yucatán three-state area whereas other 85 occur also in the northernmost parts of Belize and Guatemala. There are ten additional species-level taxa that are currently known in these areas of Belize and Guatemala that will possibly be found to occur in the southern sections of the MYP. There are six herbaria in the MYP, housing approximately 140,000 herbarium specimens. There are also about 20 local professional botanists devoted to the study of the MYP flora; these botanists are specialists in the study of *circa* 15 Angiosperm families, including five of the ten most species-rich plant families (Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Orchidaceae, and Poaceae).

**Conclusion:** The MYP is an area of relatively low floristic richness as compared to other areas or biogeographic units of Mexico and the Neotropics: its flora accounts for 9.95 % of the country's total flora and 0.85 % of its endemic flora (1.58 % if the entire biotic province of the Yucatán Peninsula is considered). This low species richness is best explained, among other factors, by its geographical location, the physiographic homogeneity, the lack of rivers, high, constant temperatures and strong seasonality (precipitation). Unquestionably, a prolonged human presence in the region and an intense human development in the XX and XXI centuries, also has played an important role in the transformation of the vegetal cover.

**Key words:** Campeche, Flora, Floristic Knowledge, Quintana Roo, Yucatan.

## Contribución de Autores:

Todos los autores contribuyeron por igual en la recopilación de información taxonómica, en la redacción y revisión del manuscrito. G. Carnevali Fernández-Concha y R. Duno de Stefano coordinaron, diseñaron, redactaron, compilaron y revisaron el texto. José Luis Tapia y Lilia Lorena Can realizaron la síntesis de datos.

La península de Yucatán Mexicana (PYM de ahora en adelante) está ubicada en el sureste de México y cuenta con un importante legado botánico que se remite a las colecciones pioneras de William Houston y a la publicación de *Species Plantarum* de Carolus Linnaeus (Duno de Stefano 2010). A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, se intensifica la exploración botánica y la publicación de artículos e inventarios florísticos por parte de botánicos estadounidenses, por ejemplo George F. Gaumer, Charles Frederick Millspaugh y Cyrus Longworth Lundell, entre otros. Un segundo impulso se generó en la segunda mitad del siglo XX con botánicos nacionales y locales, por ejemplo Armando Puch Tzab, Cástulo Chan Vermont, Edgar Cabrera Cano, Edilberto Ucán Ek, Germán Carnevali Fernández Concha, Ivón Mercedes Ramírez Morillo, José Luis Tapia Muñoz, José Salvador Flores Guido, Juan Javier Ortiz Díaz, Miguel Narváez Segovia, Paulino Simá Polanco y Rafael Durán García. La PYM cuenta además con varios listados florísticos regionales (Sosa *et al.* 1985, Durán *et al.* 2000, Arellano-Rodríguez *et al.* 2003, Carnevali Fernández-Concha *et al.* 2010), estatales (Standley 1930, Sousa & Cabrera 1983, Gutiérrez-Báez 2000), locales (Durán *et al.* 1999, Martínez *et al.* 2001) y de sus especies arbóreas (Ibarra-Manríquez *et al.* 1995).

Otra etapa importante del estudio de la flora de la región inicia en el año 1980 con el establecimiento en la ciudad de Mérida de una unidad del Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), iniciando el proyecto Etnoflora Yucatanense. A partir del año 1989, al cierre del INIREB, la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) retoma el proyecto y lo continúa hasta la fecha, con cerca de 20 títulos publicados. Paralelamente, el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., ha contribuido notablemente con el conocimiento florístico de la región publicando listados locales (Durán *et al.* 1999) y regionales (Durán *et al.* 2000, Carnevali Fernández-Concha *et al.* 2010), además cuenta con una flora digital (Herbario CICY 2010 en adelante) y una publicación de divulgación de la ciencia semanal, con énfasis en sistemática de plantas: Desde el Herbario CICY ([http://www.cicy.mx/sitios/desde\\_herbario](http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario)). La Tabla 1 menciona las publicaciones florísticas más importantes de la segunda mitad del siglo XX y principios del siglo XXI en la PYM.

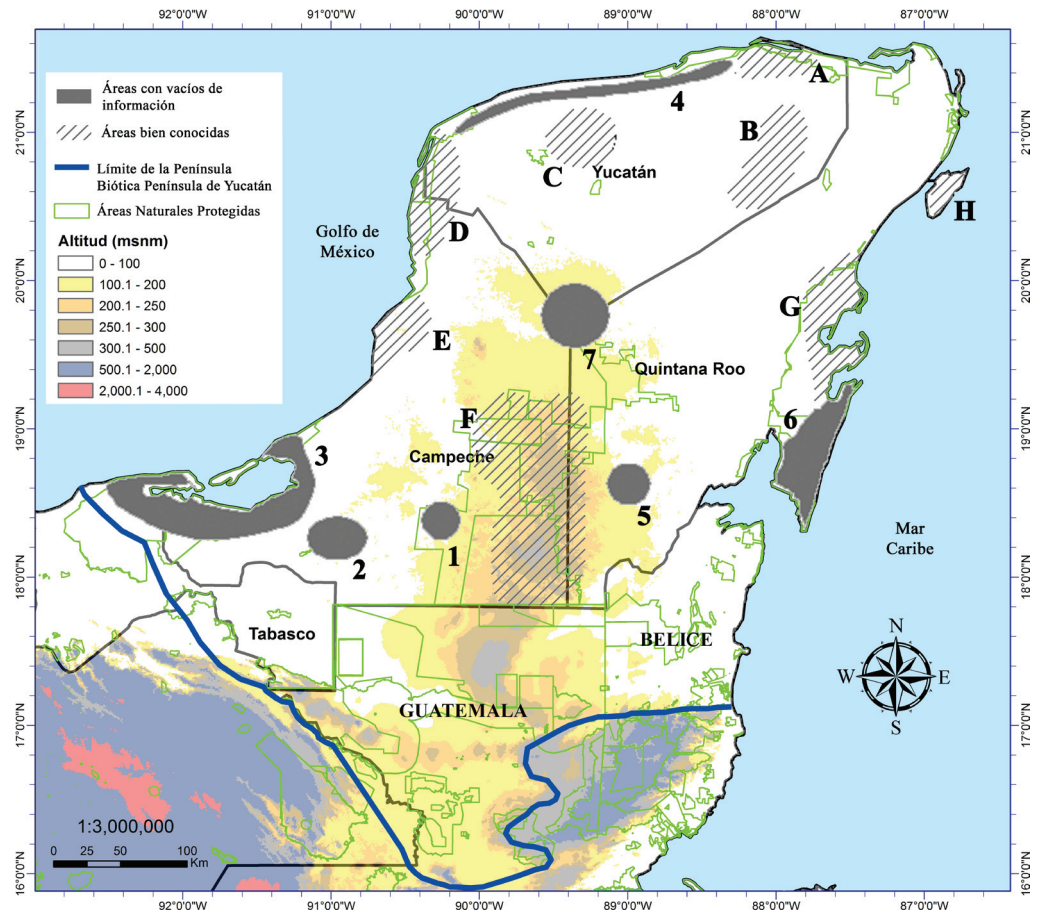
Los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, en México, en conjunto con los distritos del norte de Belice (Belize, Corozal y Orange Walk) y el departamento del Petén de Guatemala, conforman la Provincia Biótica Península de Yucatán (Carnevali Fernández-Concha *et al.* 2010), con una extensión aproximada de 194,315 km<sup>2</sup> (147,660 km<sup>2</sup> sólo la porción mexicana) (Figura 1), coincidiendo más o menos con los límites de la península homónima. Durán *et al.* (1998) aceptan una versión ligeramente modificada de estos límites, incluyendo áreas circunvecinas de Tabasco (municipios de Balancán, Centla, Emiliano Zapata, Jonuta y Tenosique) y de Chiapas (municipios de Acapetahua, Catatzajá, La Libertad y Ocosingo). El presente análisis se limita a lo que nosotros consideramos el núcleo de la PYM: Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

La PYM se originó por movimientos tectónicos que ocasionaron el levantamiento durante el Oligoceno de una gran plataforma caliza de origen marino (Lugo-Hubp *et al.* 1992). La PYM se puede concebir como un área de rocas fundamentalmente calizas con una geología cárstica. A diferencia de gran parte de México, el paisaje de la PYM se caracteriza por la ausencia de sistemas orográficos importantes, con elevaciones, en general, menores de 350 m (usualmente por debajo de 250 m); en ella se encuentran extensas planicies de acumulación marina, planicies

**Tabla 1.** Principales listados florísticos para la flora de la Península de Yucatán Mexicana.

| Referencia                                    | Área de estudio*      |
|---|-----------------------|
| Sousa & Cabrera 1983                          | Quintana Roo          |
| Sosa <i>et al.</i> 1985                       | península de Yucatán  |
| Flores, ed. (desde 1989)                      | Etnoflora Yucatanense |
| Arellano-Rodríguez <i>et al.</i> 2003         | península de Yucatán  |
| Carnevali Fernández-Concha <i>et al.</i> 2010 | península de Yucatán  |

\* Para referencias completas consultar Carnevali Fernández-Concha *et al.* 2010.



**Figura 1:** Mapa general de la Península de Yucatán, en la que se indican áreas con vacíos de información: 1) Tuxtepec, 2) Candelaria, 3) Laguna de Términos, 4) Calichal, 5) sabana de Jaguactal, 6) Punta Herrero, Mahahual-Xlacak y 7) Punto Put (áreas sombreadas) y áreas geográficas bien conocidas: A) Reserva de Biosfera Ría Lagartos, B) Valladolid-Chichén Itzá-Tizimín, C) Mérida-Progreso-Izamal, D) Reserva de Biosfera Celestún, E) Ciudad de Campeche-Tenabo-Chiná, F) Reserva de Biosfera Calakmul, G) Reserva de Biosfera Sian-Ka'an y H) Cozumel (áreas con líneas diagonales). También se muestran las principales cotas altitudinales y las Áreas Naturales Protegidas (polígonos en verde) de la región.

estructurales casi horizontales, planicies con lomeríos y lomeríos (Lugo-Hubp *et al.* 1992). Otro elemento característico y emblemático del área son los karst, paisaje propio de terrenos calizos, por el efecto que la disolución del agua tiene sobre ellos (Beddows *et al.* 2007) y a los que se asocian los cenotes y sistemas de cavernas muy comunes en toda la región (Lugo-Hubp *et al.* 1992). Hacia la zona centro sur, la Meseta de Zoh Laguna constituye una zona orientada de norte a sur con elevaciones por arriba de 200 m y con abundancia de suelos gipsófilos. Presenta una hidrografía superficial escasa (presencia de pocos ríos, todos en la porción meridional).

Con respecto al clima, se registran temperaturas medias anuales entre 25 y 28 °C, y un gradiente de precipitación que disminuye desde el sureste (1,221–1,261 mm anuales, aún cuando al SO hay sitios donde se han medido ca. de 2,000 mm anuales) y hacia el noroeste (572–767 mm anuales). El clima predominante en toda el área es subhúmedo con temperaturas del mes más frío mayores a 18 °C (A); la costa noroeste se caracteriza por climas secos también llamados áridos o semiáridos (B). El primer tipo climático considera variantes climáticas agrupadas en dos grandes subtipos según la temperatura media anual y el régimen de lluvias: cálido húmedo con lluvias en verano y una variante que incluye climas donde el porcentaje de lluvia invernal con respecto a la anual es mayor de 12.2 % (Orellana 1999). Con relación a la ocupación hu-



mana, la evidencia más temprana del maíz domesticado data de hace 5,000 a. C. pero los restos más antiguos de la presencia de los mayas datan de 7,000 años a. C. (Colunga-GarcíaMarín & Zizumbo-Villareal 2004).

La vegetación de la PYM ha sido descrita por Miranda (1958), Rzedowski (1978) y Flores & Espejel (1994) (Figuras 2, 3). La mayor parte de la superficie del estado de Yucatán, y en menor proporción en Campeche y Quintana Roo, está cubierta por selvas bajas caducifolias (Figura 2e) y selvas medianas caducifolias (Figuras 3b, c, d). En el norte de la PYM, cerca de



**Figura 2.** Diferentes tipos de vegetación en la península de Yucatán Mexicana. A. Duna costera en arena. B. Manglar. C. Duna costera en roca. D. Selva alta perennifolia. E. Selva baja caducifolia. F. Selva baja con cactáceas columnares.





**Figura 3.** Diferentes tipos de vegetación en la península de Yucatán Mexicana. A. Selva baja inundable. B. Selva mediana subcaducifolia. C. Selva mediana caducifolia. D. Selva mediana subperennifolia. E. Palmar. F. Vegetación acuática.

la línea de costa, hay una variante muy interesante que se conoce como selva baja caducifolia espinosa (Figura 2f; Flores & Espejel 1994), una vegetación sobre suelo somero, y con la roca caliza aflorada que no cubre más de 2 mil km<sup>2</sup>. Cerca de la costa de los tres estados de la península, se desarrolla la vegetación halófila típica de la línea de costa, la duna costera y el matorral de duna costera (Figuras 2a, c) que, debido a sus características edáficas particulares, son el hábitat de varias plantas especializadas y restringidas a estos ambientes. En esta zona, también son frecuentes varios tipos de manglar (Figura 2b) y la marisma, que corresponden a un

conjunto heterogéneo de todos los tipos anteriores de vegetación, incluyendo además al petén y a las sabanas húmedas. Los petenes son lugares cerca de la costa donde hay afloramientos del sistema hidrológico subterráneo (“ojos de agua”), creando un oasis de agua dulce en una matriz de suelos y vegetación halófila. Otro tipo de vegetación bastante frecuente son las selvas bajas inundables (Figura 3a), que forman grandes parches en la parte sur de la PYM, pero también hay parches dispersos en algunos lugares más al norte. Éstas están ubicadas en las microdepresiones del relieve y se asientan sobre suelos muy arcillosos, que les permiten acumular una película de agua durante la estación lluviosa y luego retenerla por varios meses en la estación seca. Las selvas bajas inundables son de varios tipos, de acuerdo al tipo de planta que las domina en biomasa y estructura: pucteales, dominados por pucté (*Terminalia buceras* C. Wright, Combretaceae), mucales (dominados por *Dalbergia* spp., Fabaceae) y, más frecuentemente, tintales (dominados por *Haematoxylum calakmulense* Cruz Durán & M. Sousa y *H. campechianum* L., Fabaceae). Los tintales tienen elementos florísticos distintivos y estructurales y están caracterizados conspicuamente por la gran biomasa y diversidad de plantas epífitas. Las selvas altas subperennifolias y altas perennifolias (Figura 2d) ocupan las áreas más húmedas de Campeche y Quintana Roo y muestran diferencias florísticas importantes (Flores & Espejel 1994).

### Materiales y métodos

Se procedió a recopilar información general sobre la Península de Yucatán a partir de la revisión de literatura botánica después de la publicación del último listado florístico de Carnevali Fernández-Concha *et al.* (2010). Se utilizó una versión modificada del sistema de clasificación de la APG IV (2016) para el conteo de familias y una extensa bibliografía incluyendo bases de datos (Tropicos 2018) para ordenar y contar los géneros, así como para identificar y circunscribir los taxones al nivel de especie. Por ejemplo, entre otros casos, se reconocen varias familias dentro de la circunscripción de las APG IV (2016) de Asparagaceae (*e.g.*, Agavaceae, Anthericaceae y Nolinaceae).

### Resultados

La Tabla 2 sintetiza la riqueza florística de la región, que incluye 2,327 especies de plantas vasculares, de las cuales sólo dos son gimnospermas y 66 helechos y grupos afines. La mayor parte de la flora está representada por angiospermas (2,259). En el caso del endemismo, la PYM incluye sólo 99 especies endémicas (4.27 % de la flora total de la región) o 184 especies que extienden su distribución un poco más allá en el norte de Belice y Guatemala (7.95 %). Diez especies son endémicas de la porción norte de Belice y Guatemala, pero es posible su presencia en la porción meridional de los estados de Campeche y Quintana Roo.

La Tabla 3 enlista las familias más diversas de la PYM donde resaltan Fabaceae, Poaceae, Asteraceae y Orchidaceae. Estas cuatro familias cuentan con especialistas locales, y también nacionales, que mantienen un conocimiento de los respectivos grupos al día. La Tabla 4 presenta los géneros más diversos de plantas vasculares y los valores de endemismo en la PYM. En esta lista resaltan los géneros *Croton* L., *Euphorbia* L. (ambos adscritos a Euphorbiaceae) y *Justicia* L. (Acanthaceae). Estos tres géneros no cuentan con especialistas locales ni tampoco los géneros *Matelea* Aubl. y *Passiflora* L. Sólo el género *Tillandsia* L. cuenta con un especialista regional que mantiene un nivel de conocimiento adecuado del género. La Tabla 5 incluye la lista de 35 endemismos locales (taxones exclusivos de un solo estado de la PYM, ya sea Campeche, Quintana Roo o Yucatán). Por último, la Tabla 6 resume la infraestructura y recursos humanos con que cuenta la región para estudiar, investigar, recopilar y generar información botánica sobre la región. La PYM cuenta con seis herbarios que en total cuentan con cerca de 140,000 ejemplares y 20 especialistas.

### Discusión

*Delimitación y afinidades biogeográficas.* La existencia de la unidad biogeográfica denominada PBPY es bien conocida y sus límites han sido evaluados utilizando variables ambientales



**Tabla 2.** Composición taxonómica y riqueza de especies de los grandes grupos de plantas vasculares en la Península de Yucatán Mexicana (PYM), incluyendo las endémicas para la Provincia Biótica de la Península de Yucatán (modificado de Carnevali Fernández-Concha *et al.* 2010).

| Taxa                          | Familias | Géneros | Especies | Endémicas PBPY | Endémicas PYM |
|-------------------------------|----------|---------|----------|----------------|---------------|
| Pteridophyta y plantas afines | 16       | 33      | 66       | 0              | 0             |
| Gimnospermas                  | 2        | 2       | 2        | 1              | 0             |
| Angiospermas                  | 150      | 935     | 2, 259   | 193            | 99            |
| TOTAL                         | 168      | 970     | 2,327    | 194            | 99            |

(clima y fisiografía) y grupos biológicos (plantas, aves, mamíferos, anfibios y reptiles (véase Duno de Stefano *et al.* 2012 y sus referencias bibliográficas). Distintos análisis biogeográficos (patrones de distribución geográfica, similitud general, análisis de parsimonia de endemidad y análisis panbiogeográfico), han llevado a proponer esquemas que reconocen desde dos hasta 14 subunidades dentro de la PBPY (Smith 1940, Wilson 1980, Ibarra-Manríquez *et al.* 2002, Espadas-Manrique *et al.* 2003, Ramírez-Barahona *et al.* 2009, Duno de Stefano *et al.* 2012). En general, todos coinciden en reconocer dos grandes subunidades; una porción seca al norte con menor riqueza de especies pero mayor endemismo y otra porción al sur, más húmeda, más rica en especies y menor endemismo, lo cual se ha explicado por una barrera a la dispersión de especies, posiblemente climática (Espadas-Manrique *et al.* 2003). Desde nuestra perspectiva (*e.g.*, Carnevali *et al.* 2016), la región norte constituida básicamente por el estado de Yucatán, conforma una isla de vegetación seca rodeada de tipos más higrofitos de vegetación por el sur y por el mar al norte; está efectivamente aislada de otras zonas con vegetación seca por varios cientos de kilómetros.

En términos de sus afinidades florísticas, para la PBPY se ha postulado una relación más cercana a la flora de Las Antillas que con la de Mesoamérica (Delgadillo 1984), aunque en el caso particular de la vegetación de las dunas costeras, hay aparentemente una contribución equitativa de ambas regiones (Espejel 1987). Sin embargo, otros estudios muestran que la PYM, a pesar de compartir la misma banda climática con Las Antillas, tiene más elementos comunes con la flora de Mesoamérica (Ibarra-Manríquez *et al.* 2002, Duno de Stefano *et al.* 2012). De hecho, el número de especies compartidas entre el área de estudio y Las Antillas, más allá de taxones de muy amplia distribución, es muy reducido. Muchos géneros distintivos de esta última región están total (*e.g.*, *Tolumnia* Raf. y *Broughtonia* R.Br. de las Orchidaceae) o parcialmente ausentes de la PYM (*e.g.*, *Wittmackia* Mez, de las Bromeliaceae y *Samyda* L., de las Salicaceae). Esto

**Tabla 3.** Familias de plantas vasculares con mayor riqueza de especies en la Península de Yucatán Mexicana, indicando las especies endémicas que incluye (tomado con modificaciones de Carnevali Fernández-Concha *et al.* 2010). En cada columna se indican los porcentajes que representan esas cifras con respecto a lo registrado para la Península de Yucatán Mexicana.

| Familia        | Géneros | Especies | Especies endémicas (%) |
|----------------|---------|----------|------------------------|
| Fabaceae       | 78      | 236      | 20 (8.47)              |
| Poaceae        | 70      | 216      | 4 (1.85)               |
| Asteraceae     | 79      | 147      | 13 (8.84)              |
| Orchidaceae    | 65      | 133      | 11 (8.27)              |
| Euphorbiaceae  | 20      | 114      | 24 (21.05)             |
| Cyperaceae     | 15      | 112      | 1 (0.89)               |
| Convolvulaceae | 12      | 77       | 4 (5.19)               |
| Malvaceae      | 37      | 72       | 4 (5.44)               |
| Rubiaceae      | 35      | 68       | 7 (10.29)              |
| Apocynaceae    | 30      | 61       | 11 (18.03)             |



**Tabla 4.** Géneros de plantas vasculares con mayor porcentaje de endemismo en la Península de Yucatán Mexicana.

| Género               | Familia        | Especies | Especies endémicas (%) |
|----------------------|----------------|----------|------------------------|
| <i>Croton</i> L.     | Euphorbiaceae  | 32       | 10 (31.25)             |
| <i>Justicia</i> L.   | Acanthaceae    | 14       | 7 (50)                 |
| <i>Matelea</i> Aubl. | Apocynaceae    | 8        | 7 (87.5)               |
| <i>Passiflora</i> L. | Passifloraceae | 18       | 6 (33.3)               |
| <i>Tillandsia</i> L. | Bromeliaceae   | 22       | 5 (22.7)               |
| <i>Euphorbia</i> L.  | Euphorbiaceae  | 32       | 5 (15.6)               |

es notable considerando que Cuba está solamente a 200 km de la PYM y ciertamente estuvo mucho más cerca durante los periodos glaciales del Pleistoceno, cuando los niveles del mar descendieron (Blanchon *et al.* 2009).

*Riqueza florística.* Aunque los primeros listados florísticos sobre la región se remontan a finales del siglo XIX (Millsaugh 1895, 1896, 1898, 1900, 1903, 1916, Millsaugh & Chase 1903, 1904) y principios del siglo XX (Standley 1930, Lundell 1942, 1978, Lundell & Lundell 1983), los más importantes se publicaron a finales del siglo XX y principios del siglo XXI y se citan en la Tabla 1, la cual no incluye listados locales, con la excepción del correspondiente a la Reserva de la Biosfera de Calakmul, cuya área destaca por su alta diversidad (Martínez *et al.* 2001). No es habitual para el trópico americano que un área cuente con tanta información florística. Sólo como ejemplo, en PYM hay cuatro listados florísticos regionales publicados en un lapso de 35 años. También existen dos listados florísticos en línea con abundantes imágenes digitales (Herbario CICY 2010, Hayden 2010). Sin embargo, aún no hay una flora moderna de la PYM, a pesar de los esfuerzos orientados en ese sentido (*e.g.*, Cabrera-Cano *et al.* 2000a, 2000b, 2000c).

El más reciente listado florístico (Carnevali Fernández-Concha *et al.* 2010) registró 2,300 especies, agrupadas en 956 géneros y 161 familias; se estima que al incluir la porción de Belice y Guatemala, el número total de especies aumente aproximadamente a 2,700. Sin embargo, el conocimiento florístico es muy dinámico y han ocurrido cambios para este listado de la PYM, como resultado de nuevas clasificaciones y registro de novedades florísticas en el área. En el primer caso, se trata de nombres nuevos para la flora de la PYM, derivados de nuevos estudios filogenéticos, de los cuales emerge información de cómo deben ser clasificados los organismos. Por ejemplo, se tiene el registro de dos nuevas familias, debido la transferencia de la única especie de Icacinaceae a Metteniusaceae (*Ottoschulzia pallida* Lundell, Stull *et al.* 2015), así como la revelación de que *Forchhammeria trifoliata* Radlk., tradicionalmente incluida en Capparaceae, es actualmente un miembro de Resedaceae (Hall *et al.* 2004), familia previamente no registrada en el área.

A nivel genérico también hay nuevas transferencias, como la de *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson al género *Handroanthus* Mattos (Bignoniaceae; Grose & Olmstead 2007) o de *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb. al género *Guilandina* L. (Fabaceae; Lewis 1998). En el caso de Capparaceae, *Capparis* L. previamente con cinco especies en la PYM, desaparece del listado y en su lugar aparecen los géneros *Cynophalla* (DC.) J. Presl y *Capparidastrium* (DC.) Hutch. (Cornejo & Iltis 2008). En la familia Cleomaceae, las cinco especies reconocidas previamente en la PYM se adscriben ahora a los géneros *Cleoserrata* Iltis, *Hemiscola* Raf., *Gynandropsis* DC., *Andinocleome* Iltis & Cochrane y *Corynandra* Schrad. ex Spreng (Iltis & Cochrane 2007, Patchell *et al.* 2014). En Violaceae, *Hybanthus* Jacq. ha sido recientemente segregado en varios géneros, resultando en la adición para el área de *Ixchelia* H.E. Ballard & Wahlert y *Pombalia* Vendl. Por último, en Bromeliaceae, los miembros antillanos del género *Hohenbergia* Schult. f., fueron transferidos a *Wittmackia* (Aguirre-Santoro 2017), incluyendo *Wittmackia mesoamericana* (I. Ramírez, Carnevali & Cetzal) Aguirre-Santoro, endémica de nuestra área. Otras transferencias corresponden a dos especies del género *Clerodendrum* L. (Lamiaceae, *C.*

**Tabla 5.** Especies endémicas exclusivas de los estados Campeche (CAMP), Quintana Roo (Q\_ROO) o Yucatán (YUC). El estado en el que se encuentra cada especie se indica de manera abreviada al final de su nombre.

| Familia        | Taxon  |
|----------------|--|
| Acanthaceae    | <i>Carlowrightia yucatanensis</i> T.F. Daniel (YUC)<br><i>Justicia cobensis</i> Lundell (Q_ROO)<br><i>Justicia dendropila</i> T. F. Daniel (Q_ROO)<br><i>Justicia edgarcabrerae</i> T. F. Daniel, Carnevali & Tapia (Q_ROO)  |
| Amaryllidaceae | <i>Zephyranthes orellanae</i> Carnevali, Duno & J. L. Tapia (YUC)  |
| Anthericaceae  | <i>Echeandia campechiana</i> Cruden (CAMP)   |
| Apocynaceae    | <i>Marsdenia calichicola</i> Carnevali & Juárez-Jaimes (YUC)   |
| Arecaceae      | <i>Sabal gretherae</i> H. J. Quero R. (Q_ROO)  |
| Asteraceae     | <i>Ageratum munaense</i> R.M. King & H. Rob. (YUC)<br><i>Calea urticifolia</i> (Mill.) DC. var. <i>yucatanensis</i> Wussow, Urbatsch & G. A. Sullivan (YUC)<br><i>Parthenium schottii</i> Greenm. ex Millsp. & Chase (YUC)   |
| Bromeliaceae   | <i>Wittmackia mesoamericana</i> (I.Ramírez, Carnevali & Cetzal) Aguirre-Santoro (Q_ROO)<br><i>Tillandsia may-patii</i> I. Ramírez & Carnevali (Q_ROO)  |
| Cactaceae      | <i>Mammillaria gaumeri</i> (Britton & Rose) Orcutt (YUC)<br><i>Pilosocereus gaumeri</i> (Britton & Rose) Backeb. (YUC)   |
| Capparaceae    | <i>Quadrella quintanarooensis</i> H. H. Iltis y Cornejo (Q_ROO)  |
| Convolvulaceae | <i>Cuscuta palustris</i> Yunck. (YUC)<br><i>Cuscuta yucatanana</i> Yunck. (YUC)  |
| Cyperaceae     | <i>Fuirena stephani</i> Ramos & N. Diego (CAMP)  |
| Euphorbiaceae  | <i>Argythamnia tinctoria</i> Millsp. (YUC)<br><i>Argythamnia wheeleri</i> J. W. Ingram (YUC)<br><i>Euphorbia floresii</i> Standl. (YUC)  |
| Fabaceae       | <i>Dalea scandens</i> (Mill.) R. T. Clausen var. <i>gaumeri</i> (Standl.) Barneby (YUC)<br><i>Calliandra mayana</i> H.M. Hern. (CAMP)<br><i>Machaerium ramosiae</i> J. Linares (CAMP)<br><i>Prosopis mayana</i> R. Palacios (YUC)<br><i>Senna pallida</i> (Vahl) H. S. Irwin & Barneby var. <i>goldmaniana</i> H. S. Irwin & Barneby (Q_ROO)<br><i>Stylosanthes quintanarooensis</i> Gama & Dávila (Q_ROO) |
| Malvaceae      | <i>Bakeridesia yucatanana</i> (Standl.) D. M. Bates (Q_ROO)  |
| Orchidaceae    | <i>Habenaria leon-ibarrae</i> R. Jiménez & Carnevali (Q_ROO)<br><i>Lophiaris tapiae</i> Balam & Carnevali (CAMP)   |
| Piperaceae     | <i>Piper cordoncillo</i> Trel. var. <i>apazoteanum</i> Trel. (CAMP)  |
| Pomeloniaceae  | <i>Loeselia campechiana</i> C. Gut. Báez & R. Duno (CAMP)  |
| Primulaceae    | <i>Bonellia sak-lol</i> (Carnevali, Hernández-Aguil. & Tapia-Muñoz) Carnevali, Hernández-Aguil. & Tapia-Muñoz (Q_ROO)  |

*aculeata* (L.) Schldl. y *C. ligustrina* (Jacq.) R. Br., que hoy se asignan al género *Volkameria* L. (*V. aculeata* L. y *V. ligustrina* Jacq.); Yuan *et al.* 2010).

El segundo caso tiene que ver con novedades taxonómicas, producto de nuevas recolecciones botánicas o del estudio de muestras de herbario. Desde la publicación del último listado florístico regional (Carnevali Fernández-Concha *et al.* 2010), se han registrado para el área 19 especies de amplia distribución en el Neotrópico: 1) 14 nuevos registros a partir de un censo y

Tabla 6. Herbarios de la Península de Yucatán, México.

| Acrónimos                        | CICY <sup>1</sup> | CIQR <sup>2</sup>      | CEDESU <sup>3</sup> | UADY <sup>4</sup> | UCAM <sup>5</sup>  | UNACAR <sup>6</sup>         |
|----------------------------------|-------------------|------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|
| <i>Index Herbariorum</i>         | SI                | SI                     | NO                  | SI                | SI                 | NO                          |
| Ubicación                        | Mérida, Yucatán   | Chetumal, Quintana Roo | Campeche, Campeche  | Mérida, Yucatán   | Campeche, Campeche | Ciudad del Carmen, Campeche |
| Fundación                        | 1983              | 1985                   | 2000                | 1990              | 1993               | 2013                        |
| Número de ejemplares             | 70,000            | 18,250                 | 3,000               | 20,109            | 24,738             | 500                         |
| Nivel curación                   | 85 %              | 80 %                   | -                   | 92 %              | 98 %               | -                           |
| Número investigadores y técnicos | 4/1               | 1/1                    | 0/1                 | 4/1               | 2/1                | 2/0                         |

Nombres de los herbarios regionales: 1. Herbario-Fibroteca U Najil Tikin Xiw, 2. Herbario de la Unidad Chetumal de El Colegio de la Frontera Sur, 3. Herbario de la Universidad Autónoma de Campeche: Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre, 4. Herbario Alfredo Barrera Marín, 5. Herbario de la Universidad Autónoma de Campeche, 6. Herbario de la Universidad Autónoma de Ciudad del Carmen

evaluación de conservación de las plantas acuáticas estrictas de México por Mora-Olivo *et al.* (2013), 2) una especie de helecho (Gutiérrez-Báez *et al.* 2013), 3) tres de la familia Fabaceae (Duno de Stefano 2015, Schikorr *et al.* 2017a) y 4) una Euphorbiaceae (Schikorr *et al.* 2017b). También se han registrado al menos dos familias nueva para la PYM desde el listado como producto de nuevas colecciones, incluyendo Fagaceae (*Quercus oleoides* Schltdl. & Cham.) y Polemoniaceae (*Loeselia campechiana* C. Gut. Báez & R. Duno). La mayoría de estos registros provienen de Campeche y/o Quintana Roo. Todas estas novedades fueron recopiladas por Pérez-Sarabia *et al.* (2017). También han desaparecido algunos nombres binomiales al pasar a la sinonimia de especies ya incluidas en el listado, como el caso de *Helicteres mexicana* Kunth (= *H. guazumifolia* Kunth). Actualmente, también existen seis nuevos registros incluyendo: Orchidaceae (*Camaridium pulchrum* Schltr., nuevo registro genérico para el área) y *Encyclia dickinsoniana* (Withner) Hamer., Fagaceae (*Quercus oleoides* Schltdl. & Cham.), Haloragaceae (*Myriophyllum sibiricum* Kom.), Resedaceae (*Forchhammeria trifoliata* Radlk.) y Tetrachondraceae (*Polypremum procumbens* L.).

En la Tabla 2 se resume una actualización de la riqueza florística de la PYM en el cual destaca la gran diferencia florística con relación al resto de México, ya que presenta una baja diversidad florística, en especial de helechos, licofitas y gimnospermas. Esta última afirmación es palpable cuando se comparan estas cifras para estos grupos en el resto de la república mexicana (1,964,375 km<sup>2</sup>), con 1,039 especies de helechos y licofitas, mientras que la PYM cuenta con 66 helechos en una superficie de 147,660 km<sup>2</sup>. En el caso de las gimnospermas, en el país hay 149 especies (Villaseñor 2016) y únicamente dos en la PYM. Este bajo número se explica si se considera que son plantas altamente dependientes de agua y humedad ambiental. La existencia de un largo período de sequía en casi toda la PYM, hace de la mayoría de sus hábitats poco apropiados para los requerimientos ecológicos de estos grupos de plantas y no es casualidad que el número de especies aumente en las zonas más meridionales de la región (Ramírez-Barahona *et al.* 2009).

Otras variables también pueden jugar un papel importante como la orografía, el suelo y las contingencias históricas. Por ejemplo, Ericaceae es una familia cosmopolita (126 géneros/4,010 especies), más abundante en las zonas templadas y frías, en los trópicos sólo se presenta fundamentalmente en las montañas. Existen pocos miembros de la familia en tierras bajas pero, en ese caso, usualmente crecen en suelos ácidos. La ausencia de montañas y el predominio de suelos básicos en la PYM, explican posiblemente la ausencia de esta familia. Otras familias de Angiospermas que por su riqueza de taxones (géneros/especies) deberían estar representadas en el área son: Aquifoliaceae (1/450), Crassulaceae (34/1,400) y Rosaceae (90/2,520). Otras, de menor riqueza de taxones, deberían estar presentes por su cercanía biogeográfica y por la aparente

presencia de los ambientes adecuados para su crecimiento en el área, por ejemplo; Cyrillaceae, Elaeocarpaceae, Lacistemaceae, Trigonaceae y Vochysiaceae. De la misma manera, existen familias y géneros muy ricos en taxones y cuya representación en la PYM es sólo marginal: Melastomaceae y Piperaceae son ejemplos notables. En el caso de géneros muy ricos es especies y de amplia distribución, con representación marginal en nuestra área, están como ejemplos *Palicourea* Aubl. (Rubiaceae), *Senecio* L. s.l. (Asteraceae), y de las Orchidaceae, *Oncidium* Sw. y los diversos géneros de las Pleurothallidinae, entre otros. No obstante, no es posible realizar una generalización para todos estos casos, pero sin duda, los factores climáticos e históricos en diferentes medidas, son determinantes.

Las familias más diversas se incluyen en la Tabla 3, destacando Fabaceae, Poaceae, Asteraceae, Orchidaceae y Euphorbiaceae. Este resultado coincide con lo conocido para las tierras bajas de los trópicos americanos, donde Fabaceae es la familia más importante (Gentry 1988, Cardoso *et al.* 2017). Mención particular merece Poaceae, la segunda familia más rica en especies, las cuales ocupan diversos tipos de sabanas naturales y antrópicas y también otros ecosistemas, desde la vegetación xerofítica hasta bosques tropicales. En tercer lugar Asteraceae, cuyos componentes son muy comunes en áreas perturbadas, pero también en diferentes tipos de vegetación (e.g., duna costera y matorral de duna costera), con alta tasa de recambio entre una y otra (Carnevali Fernández-Concha *et al.* 2010). En esta lista, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae y Rubiaceae no son estudiadas por ningún especialista local y son, por lo tanto, una prioridad regional.

**Endemismo.** Ninguna familia de plantas vasculares es endémica de la PYM, sólo un género es endémico del área: *Plagiolophus* Greenm. (Asteraceae). Otros cuatro géneros: *Asemnantha* Hook. f., *Cosmocalyx* Standl. (Rubiaceae), *Goldmanella* Greenm. (Astraceae) y *Attilaea* E. Martínez & Ramos (Anacardiaceae) extienden su distribución hasta el norte de Belice y Guatemala (Carnevali Fernández-Concha *et al.* 2010). El listado florístico ilustrado de la Península de Yucatán incluyó 203 especies endémicas para toda la provincia biótica; sin embargo, este estudio también incluyó 10 que son exclusivas de las porciones de Guatemala y Belice, que corresponden a esta unidad biogeográfica (Carnevali Fernández-Concha *et al.* 2010). La presente actualización arrojó 194 especies endémicas para toda la Provincia Biótica (incluyendo parte de Belice y Guatemala), 99 especies son exclusivas de la PYM, siete son exclusivas de Campeche, 12 de Quintana Roo y 15 de Yucatán (Tabla 5). Estas cifras son ligeramente distintas a las indicadas por Villaseñor (2016), quien mencionó 12 especies endémicas para Campeche, 12 para Quintana Roo y 11 para Yucatán. Estos valores contrastan con el alto endemismo del territorio nacional, cercano al 50 % (Villaseñor 2016). En general, la mayor parte de los endemismos están compartidos por dos o tres estados. Pérez-Sarabia *et al.* (2017) realizaron una reevaluación de las especies endémicas, resultando que varias especies fueran excluidas de la lista, ya sea por ser considerados actualmente como sinónimos de especies de más amplia distribución o por expansión de su área de distribución conocida. Los autores incluyeron siete especies nuevas para la ciencia descritas desde 2010, todas endémicas de la PYM, menos una de ellas (Pérez-Sarabia *et al.* 2017): *Marsdenia calichicola* Carnevali & Juárez-Jaimes, Apocynaceae (Carnevali *et al.* 2016); tres Fabaceae: *Calliandra mayana* H.M. Hern. (Hernández & Gómez-Hinostrosa 2017), *Haematoxylum calakmulense* Cruz Durán & M. Sousa (Cruz-Durán & Sousa 2014), *Machaerium ramosiae* J. Linares (Linares 2015), una Polemoniaceae: *Loeselia campechiana* C. Gut. Báez & R. Duno (Gutiérrez-Báez & Duno de Stefano 2015) y dos Orchidaceae: *Lophiaris tapiae* Balam & Carnevali (Balam *et al.* 2011) y *Dendrophylax megarhizus* Molgo & Carnevali, esta última que también se encuentra en Jalisco (Molgo *et al.* 2016). La última especie endémica publicada hasta la fecha fue: *Carlowrightia yucatanensis* T.F. Daniel (Daniel 2017). La Figura 4 incluye imágenes de algunas de estas especies endémicas. En relación al endemismo, hemos excluido: 1) *Euphorbia yucatanensis* (Millsp.) Standl. (Euphorbiaceae), sinónimo de *E. cozumelensis* Millsp., presente también en el sur de Belice, 2) *Pilocarpus racemosus* Vahl subsp. *racemosus* var. *yucatanus* (Rutaceae), que es muy común en la selva seca en Sierra Papacal (norte de la ciudad de Mérida) y allí se pueden observar dos morfos juntos que corresponde a las dos variedades reconocidas y por tal motivo es considerado sinónimo de *P. racemosus* Vahl subsp. *racemosus* var. *racemosus* y 3) *Salvia fernaldii* Standl., sinónimo de *S. serotina* L. (Klitgaard 2011).



Entre las familias con mayor número de especies (Tabla 3), las más relevantes respecto a su porcentaje de endemismo son Euphorbiaceae (21.05 %) y Apocynaceae (18.03 %); las otras ocho familias presentan cifras menores del 11 %. Con relación a los géneros de mayor endemismo, sin duda *Croton* L. (Euphorbiaceae) es el más importante con 10 especies, seguido de *Justicia* L. Estos valores corresponden con los patrones detectados en otras partes del Neotrópico y México, donde ambos géneros son especiosos y ricos en endemismos o especies con distribuciones restringidas. Por ejemplo, en México, *Croton* es el segundo género más rico en endemismos de la familia Euphorbiaceae (Martínez-Gordillo *et al.* 2002). Otro género relevante es *Matelea* Aubl. (Apocynaceae) que no es muy diverso, pero de las ocho especies presentes, siete (87.5 %) son endémicas. La lista actual de especies endémicas de la PBPY incluye 194 especies y 99 en la PYM, las cuales presentan diversos patrones de distribución, desde el clásico microendemismo local como *Zephyranthes orellanae* Carnevali, R. Duno & Tapia-Muñoz (Amaryllidaceae) y *Marsdenia calichicola* Carnevali & Juárez-Jaimes (Apocynaceae), que ocupan unos cuantos kilómetros cuadrados cerca de la línea de costa entre Progreso y Dzemul, en el estado de Yucatán, hasta *Havardia albicans* (Kunth) Britton & Rose y *Croton arboreus* Millsp., que se han registrado virtualmente para toda la península. Otros endemismos locales, restringidos a un solo estado de la PYM, se indican en la Tabla 5.

*Infraestructura y Recursos Humanos.* La Península de Yucatán Mexicana cuenta con seis herbarios regionales y existen colecciones representativas de la flora regional en los herbarios MEXU y XAL. Asimismo, herbarios internacionales como F, GH, K, NY, MO y TEX, entre otros (acrónimos según Thiers, actualización continua; Tabla 6), tienen una representación importante de la flora peninsular. Sin embargo, el espacio físico de los herbarios regionales está lejos de ser adecuado y no fueron construidos con criterios museísticos. Algunos posiblemente no cumplen los criterios mínimos para albergar colecciones biológicas y, por tal motivo, su mantenimiento actual debe ser evaluado por sus respectivas instituciones.

En la PYM existe una extensa oferta de estudios de licenciatura y posgrados en biología que incluyen dentro de su plan de estudios el área de sistemática de plantas, y todos los herbarios regionales están asociados con estos programas de formación de recursos humanos. Los graduados de estos centros de investigación son, hoy día, personal activo en diferentes de centros de investigación nacional y especialmente en la Península de Yucatán.

Las familias de plantas mejor estudiadas por los botánicos en la PYM son Amaranthaceae, Apocynaceae, Arecaceae, Boraginaceae, Bromeliaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Lorantheae, Maranthaceae, Metteniusaceae, Orchidaceae, Poaceae y Polygonaceae. Todas ellas cuentan con uno o más especialistas locales activos. Muchas otras familias cuentan con especialistas a nivel nacional o internacional y han contribuido al conocimiento de la flora del área, pero hay que tomar en cuenta que han tenido un acceso más limitado a las colecciones depositadas en los herbarios regionales. Tres iniciativas tienen particular importancia para nuestra área: la Flora Mesoamericana, la Etnoflora Yucatanense y La Flora Ilustrada de la Península de Yucatán. El primer proyecto surge a mediados de 1980, organizado por el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Museo de Historia Natural de Londres, y el Missouri Botanical Garden. Su objetivo es realizar un inventario de las plantas vasculares de Mesoamérica, un área que abarca siete países (Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) y parte de México (Tabasco, Yucatán, Campeche, Quintana Roo y Chiapas). La Etnoflora Yucatanense surge en el mismo año, en el seno del ya desaparecido Instituto Nacional de Investigaciones en Recursos Bióticos (INIREB), donde inició dicho proyecto, produciendo el primer listado florístico para toda la Península de Yucatán, en 1989; la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) retoma este proyecto y lo continúa hasta la fecha. Dentro de ese proyecto, se han publicado los tratamientos para varias familias: Anacardiaceae (Cabrera-Cano *et al.* 2000a), Burseraceae (Cabrera-Cano & Sánchez-Vázquez 2000b), Convolvulaceae (McDonald *et al.* 1997), Cyperaceae (Diego-Pérez 1995), Fabaceae (Flores 2001), Poaceae (Ortíz-Díaz & Flores 2008), Polygonaceae (Ortíz-Díaz 1994) y Rhizophoraceae (Cabrera-Cano & Sánchez Vázquez 2000c), entre otras. Por último, el proyecto Flora Ilustrada de la Península de Yucatán se inicia hacia principios del siglo XXI, con la publicación de numerosas novedades florísticas para el área (por ejemplo Ramírez & Carnevali 2003, Balam *et al.* 2011,

Carnevali Fernández-Concha *et al.* 2001, 2009, 2016) y un listado florístico analizado, comentado e ilustrado (Carnevali Fernández-Concha *et al.* 2010). Este proyecto aspira publicar un primer volumen (monocotiledóneas) antes del 2020.

Se ha propuesto un índice de densidad de colección (IDCB) para evaluar el esfuerzo de colección botánica en un área particular (el cociente entre el número de muestras y el tamaño del área; Sosa & Dávila 1994). Sin embargo, este índice es poco usado hoy día, ya que puede ser estimado directamente a través de la información con que cuentan los herbarios locales (Tabla 6). En general, el esfuerzo de recolección en toda la Península es apropiado pero heterogéneo; se han realizado mayor número absoluto de recolecciones en Yucatán y menos en Quintana Roo y Campeche. A nivel de municipios, las diferencias pueden ser muy grandes; como ejemplo, en Campeche, con sólo once municipios, tiene a Calakmul y Campeche como los mejor recolectados con 14,000 y 3,000 muestras botánicas, respectivamente. El primero de estos incluye la Reserva de la Biosfera Calakmul y cuenta con miles de colecciones botánicas producto de una iniciativa conjunta de la Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO) y la UNAM (Martínez *et al.* 2001). Sin embargo, ocho municipios de Campeche cuentan con menos de 1,000 muestras botánicas.

Las áreas mejor colectadas de la Península de Yucatán están indicadas en la Figura 1 y la mayoría están asociados a los centros de población o reservas: 1) Campeche: Ciudad de Campeche-Tenabo-Chiná, Reserva de la Biosfera Celestún y Reserva de la Biosfera Calakmul (una parte en el estado de Quintana Roo), 2) Quintana Roo: Chetumal y alrededores, Cozumel, Reserva de la Biosfera Sian-Ka'an y 3) Yucatán: Mérida-Progreso-Izamal, Valladolid-Chichén Itza-Tizimín, Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. Se han realizado importantes colecciones en otras áreas de la región, pero algunas pueden considerarse históricas, ya que no han sido recolectadas desde hace mucho tiempo, hasta 70 años en el caso de Tuxpeña (Campeche). Estas colecciones fueron realizadas por Cyrus Lundell en los años 1930. También hay proyectos importantes que no se limitan a una localidad particular, como el inventario de dunas y matorral costero en el estado de Yucatán (Torres *et al.* 2010) y las sabanas de la Península de Yucatán (Ortiz-Díaz *et al.* 2014).

La Figura 1 también presenta las principales áreas donde se deben concentrar los esfuerzos de recolección botánica y las áreas mejor recolectadas de la región (*sensu* Pérez-Sarabia *et al.* 2017). Los análisis que se puedan hacer a partir del muestreo botánico en la PYM, presentan sus limitaciones: vacíos de información, escasos registros para algunas especies de amplia distribución y la desigualdad de la intensidad del muestreo, al realizar colecciones en zonas de fácil acceso, como en las carreteras y los centros poblados. Es evidente la necesidad de implementar estrategias de muestreo que resulten en colecciones en áreas poco accesibles, lo que implicaría, en muchos casos, el dejar de coleccionar a las orillas de las autopistas y recorrer carreteras de terracería que alcancen sitios remotos. De la misma manera, aún cuando no hay muchos, navegar los pocos ríos del área.

A pesar de lo anterior, los herbarios con buena curación (Tabla 6) representan la fuente más adecuada, y para algunas especies la única, para la obtención de datos de distribución geográfica. En el marco de la Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal 2012-2030 (CONABIO 2012), la PYM ha cumplido satisfactoriamente con el objetivo estratégico número 1, que es comprender y fundamentar la diversidad vegetal. Sin embargo, existen vacíos de información, tanto geográficos (Figura 1) como grupos taxonómicos (Cyperaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae y Rubiaceae), que deben servir como guía para establecer prioridades a corto y mediano plazo. Por último, la PYM cuenta con la infraestructura básica y los recursos humanos para generar este conocimiento, sin embargo, las limitaciones de tiempo y recursos han ralentizado la tarea.

### Agradecimientos

Este artículo es el resultado de parte de los acuerdos alcanzados por los participantes del Segundo Taller de Curadores de Herbarios del Sureste de México realizado en la ciudad de Mérida (Yucatán) durante la cuarta semana del mes de octubre del año 2015. Los autores expresamos nuestro más sincero agradecimiento a los herbarios locales CICY, CIQR, CEDESU, UADY, UCAM, UNACAR y XAL. Los autores agradecemos la revisión de la Dra. María Hilda Flores

Olvera, Dr. Abisaí Josué García Mendoza, Dr. Guillermo Ibarra Manríquez y del Dr. Salvador Arias, quienes con sus sugerencias y correcciones mejoraron la primera versión de este texto. WCI agradece al proyecto ITCHN-PTC-004 y CHN-LGAC-03-14.

### Literatura Citada

- Aguirre-Santoro J, Michelangeli FA, Stevenson DW. 2017. Molecular Phylogenetics of the *Ronnbergia* Alliance (Bromeliaceae, Bromelioideae) and insights into their morphological evolution. *Molecular Phylogenetic and Evolution* **100**: 1-20. DOI: 10.1016/j.ympev.2016.04.007
- APG [The Angiosperm Phylogeny Group]. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* **181**: 1-20. DOI: 10.1111/boj.12385.
- Arellano-Rodríguez JA, Flores-Guido JS, Tun-Garrido J, Cruz-Bojórquez MM. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán, p1-815. In: Flores-Guido JS, ed.. *Etnoflora Yucatanense Fascículo 20*. Mérida. Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán. ISBN 968-6160-93-0 / 970-698-038-5
- Balam R, Carnevali G, Cetzal-Ix W, Duno R. 2011. *Lophiaris tapiae*, a new species in the *Lophiaris oerstedii* complex (Orchidaceae) from the Yucatan Peninsula, México. *Acta Botanica Mexicana* **97**: 17-29. DOI: 10.21829/abm97.2011.246
- Beddows P, Blanchon P, Escobar E, Torres-Talamante O. 2007. Los cenotes de la Península de Yucatán. *Arqueología Mexicana* **14**: 32-35.
- Blanchon P, Eisenhauer A, Fietzke J, Liebetrau V. 2009. Rapid sea-level rise and reef back-stepping at the close of the last interglacial highstand. *Nature* **458**: 881-885. DOI: 10.1038/nature07933
- Cabrera-Cano EF, Salazar C, Flores JS. 2000a. Anacardiaceae. In: Flores-Guido JS, ed. *Etnoflora Yucatanense Fascículo 15*. Mérida, Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán. ISBN 968-6160-93-0 / 968-7556-99-4
- Cabrera-Cano EF, Sánchez-Vázquez AM. 2000b. Burseraceae. In: Flores-Guido JS, ed. *Etnoflora Yucatanense Fascículo 16*. Mérida, Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán. ISBN: 968-6160-93-0 / 970-698-000-8
- Cabrera-Cano EC, Sánchez-Vázquez AM. 2000c. Rhizophoraceae. In: Flores-Guido JS, ed. *Etnoflora Yucatanense Fascículo 17*. Mérida, Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán. ISBN: 968-6160-93-0 / 970-968-001-6
- Cardoso D, Särkinen T, Alexander S, Amorim AM, Bittrich V, Celis M, Daly DC, Fiaschi P, Funk VA, Giacomini LL, Goldenberg R, Heiden G, Iganci J, Kelloff CL, Knapp S, Cavalcante-de Lima H, Machado AFP, dos Santos RM, Mello-Silva R, Michelangeli FA, Mitchell J, Moonlight P, Rodrigues-de Moraes PL, Mori SA, Nunes TS, Pennington TD, Pirani JR, Prance GT, Paganucci-de Queiroz J, Rapini A, Riina R, Vargas-Rincon CA, Roque N, Shimizu G, Sobral M, Stehmann JR, Stevens WD, Taylor CM, Trovó M, van den Berg C, van der Werff H, Lage-Viana P, Zartman CE, Campostriini-Forzza R. 2017. Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **114**: 10695-10700. DOI: 10.1073/pnas.1706756114.
- Carnevali Fernández-Concha G, Duno de Stefano R, Tapia-Muñoz JL, Ramírez-Morillo IM. 2009. Notes on the Flora of the Yucatan Peninsula IX: A reappraisal of the genus *Wimmeria* (Celastraceae) in the area, including the new species, *Wimmeria lundelliana*. *Novon* **19**: 150-155. DOI: 10.3417/2007024
- Carnevali Fernández-Concha G, Tapia-Muñoz JL, Jiménez-Machorro R, Sánchez-Saldaña L, Ibarra-González L, Ramírez IM, Gómez MP. 2001. Notes on the flora of the Yucatan Peninsula II: A synopsis of the orchid flora of the Mexican Yucatan Peninsula and a tentative checklist of the Orchidaceae of the Yucatan Peninsula Biotic Province. *Harvard Papers in Botany* **5**: 383-466.
- Carnevali Fernández-Concha G, Tapia-Muñoz JL, Duno de Stefano R, Ramírez-Morillo IM. 2010. *Flora ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico*. Mérida: Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. ISBN 9686077823070
- Carnevali G, Trejo-Torres JC, Juárez-Jaimes V, Duno R, Tapia-Muñoz JL, Ramírez-Morillo I, Cetzal-Ix W. 2016. *Marsdenia calichicola* (Apocynaceae), a narrow endemic, endangered new species from the Mexican Yucatan Peninsula. *Phytotaxa* **270**: 146-154. DOI: 10.11646/phytotaxa.270.2.7.
- Colunga-GarcíaMarín P, Zizumbo-Villareal D. 2004. Domestication of plants in Maya lowlands. *Economic Botany* **58**: 101-110. DOI: 10.1663/0013-0001(2004)58[S101:DOPIML]2.0.CO;2
- CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad]. 2012. *Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal, 2012-2030*. Ciudad de México: CONABIO. ISBN 978-607-7607-68-7
- Cornejo X, Iltis HH 2008. The Reinstatement of *Capparidastrium* (Capparaceae). *Harvard Papers in Botany* **13**: 229-236. DOI: 10.3100/1043-4534-13.2.229

- Cruz-Durán R, Sousa MS. 2014. *Haematoxylum calakmulense* (Leguminosae, Caesalpinoideae), una nueva especie Mesoamericana. *Novon* **23**: 31-36. DOI:10.3417/2011106
- Daniel TF. 2017. New and Reconsidered Mexican Acanthaceae XII. *Proceedings of the California Academy of Science Serie 4*, **64**: 131-154.
- Delgadillo MC. 1984. Mosses of the Yucatan Peninsula, Mexico. III. Phytogeography. *Bryologist* **87**: 12-16. DOI: 10.2307/3242876
- Diego-Pérez N. 1995. Cyperaceae Taxonomia. In: Flores-Guido JS, ed. *Etnoflora Yucatanense Fascículo 11*. Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán. ISBN 968-6160-93-0 / 968-6843-29-9
- Duno de Stefano R. 2010. Las primeras plantas de la flora yucateca. *Desde el Herbario CICY* **2**: 57-58.
- Duno de Stefano R. 2015. Dos novedades de la flora de la Provincia Biótica Península de Yucatán: *Dalbergia tabascana* y *Machaerium ramosiae* (Fabaceae). *Desde el Herbario CICY* **7**: 138-140.
- Duno de Stefano R, Can-Itza LL, Rivera-Ruiz A, Calvo-Irabién LM. 2012. Regionalización y relaciones biogeográficas de Península de Yucatán con base en los patrones de distribución de la familia Leguminosae. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **83**: 1053-1072. DOI: 10.7550/rmb.27824
- Durán R, Trejo-Torres JC, Ibarra-Manríquez G. 1998. Endemic Phytotaxa of the Peninsula of Yucatan. *Harvard Papers in Botany* **3**: 263-314.
- Durán R, Simá P, Juan-Qui M, Méndez ME, Tun F. 1999. *Listado Florístico de la Reserva de Río Lagartos*. Mérida, Yucatán: Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. ISBN 958-6532-05-6
- Durán R, Campos G, Trejo JC, Simá P, May-Pat F, Juan-Qui M. 2000. Listado florístico de la Península de Yucatán. Mérida, Yucatán: Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. ISBN: 9686532099
- Espadas-Manrique C, Durán R, Argáez J. 2003. Phytogeographic analysis of taxa endemic to the Yucatán Peninsula using geographic information systems, the domain heuristic method and parsimony analysis of endemism. *Diversity and Distributions* **9**: 313-330. DOI: 10.1046/j.1472-4642.2003.00034.x
- Flores JS. 2001. Leguminosae. In: Flores JS, ed. *Etnoflora Yucatanense Fascículo 18*. Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán. 968-6160-93-0 / 970-698-018-0
- Flores JS, Espejel I. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. In: Flores JS, ed. *Etnoflora Yucatanense*. Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Espejel I. 1987. A phytogeographical analysis of coastal vegetation in the Yucatan Peninsula. *Journal of Biogeography* **14**: 499-519. DOI: 10.2307/2844877
- Gentry AH. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **75**: 1-34. DOI: 10.2307/2399464
- Grose SO, Olmstead RG. 2007. Taxonomic revisions in the Polyphyletic Genus *Tabebuia* s.l. (Bignoniaceae). *Systematic Botany* **32**: 660-670. DOI: 10.1600/036364407782250652
- Gutiérrez-Báez C. 2000. *Listado Florístico actualizado del Estado de Campeche, México*. Campeche: Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-6585-73-3
- Gutiérrez-Báez C, Palacios-Ríos M, Zamora-Crescencio P, Ortiz-Díaz JJ, Tun-Garrido J, Palma-Pech G. 2013. Nuevo registro de Pteridaceae para la Península de Yucatán. *Botanical Science* **91**: 371-373. DOI: 10.17129/botsci.16
- Gutiérrez-Báez G, Duno de Stefano R. 2015. Una nueva especie de *Loeselia* (Polemoniaceae) de Campeche, México. *Botanical Sciences* **93**: 1-5. DOI: 10.17129/botsci.147
- Hall JC, Iltis HH, Systma K. 2004. Molecular phylogenetics of core Brassicales, placement of orphan genera *Emblingia*, *Forchhammeria*, *Tirania*, and character evolution. *Systematic Botany* **29**: 654-669. DOI: 10.1600/0363644041744491
- Hayden J. 2010. Flora of Kaxil Kiuc V.2. <<http://chalk.richmond.edu/flora-kaxil-kiuc/index-kiuc%20checklist.html>> (accessed January 10, 2018).
- Herbario CICY. 2010. Flora digital: Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. <<http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/>> (acceso 10 enero, 2018)
- Hernández HM, Gómez-Hinostrosa C. 2017. *Calliandra mayana* (Leguminosae, Mimosoideae), a new narrowly endemic species from Campeche, Mexico. *Phytotaxa* **307**: 278-284. DOI: 10.11646/phytotaxa.307.4.5
- Ibarra-Manríquez G, Villaseñor JL, Durán R. 1995. Riqueza y endemismo del componente arbóreo de la Península de Yucatán, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **57**: 49-78. DOI: 10.17129/botsci.1476
- Ibarra-Manríquez G, Villaseñor JL, Durán R, Meave J. 2002. Biogeographical analysis of the tree flora of the Yucatan Peninsula. *Journal of Biogeography* **29**: 17-29. DOI: 10.1046/j.1365-2699.2002.00648.x
- Iltis HH, Cochrane TS. 2007. Studies in the Cleomaceae V: A new genus and ten new combinations for the Flora of North America. *Novon* **17**: 447-451. DOI: 10.3417/1055-3177(2007)17[447: SITCVA]2.0.CO;2
- Klitgaard BB. 2011. *Salvia*. In: Davidse G, Sousa SM, Knapp S, Chiang F, eds. *Flora Mesoamericana*. Instituto de Biología, UNAM, 85-140. ISBN 968-36-3309-9



- Lewis GP. 1998. *Caesalpinia: a revision of the Poincianella-Erythrostemon group*. Richmond: Royal Botanic Gardens, Kew.
- Linares JL. 2015. Nuevas especies de *Macherium* (Leguminosae: Papilionoideae: Dalbergiae) en México y Centroamérica. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* **9**: 49-61.
- Lugo-Hubp J, Aceves-Quesada JF, Espinasa-Pereña R. 1992. Rasgos geomorfológicos mayores de la Península de Yucatán. *Revista del Instituto de Geología* **10**: 143-150.
- Lundell CL. 1942. Flora of eastern Tabasco and adjacent Mexican areas. *Ann Arbor University of Michigan Press* **8**: 1-74.
- Lundell CL. 1978. Some observations from fifty years of exploration of the Yucatán Peninsula. *Wrightia* **6**: 1-3.
- Lundell CL, Lundell AA. 1983. The flora of Northern Yucatán and the Cobá area of Quintana Roo, México: Collections and observations in 1938. *Wrightia* **7**: 96-228.
- Martínez E, Sousa M, Ramos-Álvarez CH. 2001. *Listados florísticos de México. XXII: Región de Calakmul, Campeche*. México D.F.: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez-Gordillo M, Jiménez-Ramírez J, Cruz-Durán R, Juárez-Arriaga E, García R, Cervantes A, Mejía-Hernández R. 2002. Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* **73**: 155-281.
- McDonald A, Flores JS, Morales J, García A. 1997. Convolvulaceae: taxonomía, florística y etnobotánica. In: Flores-Guido JS, ed. *Etnoflora Yucatanense Fascículo 16*. Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán. 1-157. ISBN: 968-6843-29-9
- Millspaugh CF. 1895. Contribution to the flora of Yucatán. *Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical Series* **1**: 156.
- Millspaugh CF. 1896. Contribution II to the coastal and plain flora of Yucatán. *Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical Series* **1**: 278339.
- Millspaugh CF. 1898. Contribution III to the Coastal and Plain Flora of Yucatán. I. Plants Collected by Dr. Geo. F. Gaumer in 1895-1896, Dr. Arthur Schott in 186466, and Mr. Witmer Stone in 1890. *Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical Series* **1**: 345397.
- Millspaugh CF. 1900. Plantae Utowanae. Plants collected in Bermuda, Porto Rico, St. Thomas, Culebras, Santo Domingo, Jamaica, Cuba, The Caymans, Cozumel, Yucatán and the Alacran Shoals. Dec. 1898 to Mar. 1899. Part I. Catalogue of the Species. *Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical Series* **2**: 1-110.
- Millspaugh CF. 1903. Plantae Yucatanae (Regionis antillanae). Plants of the insular, coastal and plain regions of the Peninsula of Yucatan, México. Fascicle I. Polypodiaceae and Schizaeaceae. *Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical Series* **3**: 1-14.
- Millspaugh CF. 1916. Vegetation of the Alacran Reef. *Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical Series* **2**: 421- 431.
- Millspaugh CF, Chase A. 1903. Plantae Yucatanae. (Regionis antillanae). Plants of the insular, coastal and plain regions of the Peninsula of Yucatan, México. Fascicle I. Gramineae and Cyperaceae. *Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical Series* **3**: 15-84.
- Millspaugh CF, Chase A. 1904. Plantae Yucatanae. (Regionis antillanae). Plants of the insular, coastal and plain regions of the Peninsula of Yucatan, México. Fascicle II. Compositae. *Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical Series* **3**: 85-151.
- Miranda F. 1958. Estudios acerca de la vegetación. In: Beltran E, ed. *Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II*: 215-271. Ciudad de México: Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables.
- Molgo IE, Carnevali Fernández-Concha G, Whitten WM, Williams NH. 2016. *Dendrophylax megarhizus* (Orchidaceae), a new species from Mexico. *Systematic Botany* **41**: 263-274. DOI: 10.1600/036364416X691795
- Mora-Olivo A, Villaseñor JL, Martínez M. 2013. Las plantas vasculares acuáticas estrictas y su conservación en México. *Acta Botanica Mexicana* **103**: 27-63. DOI: 10.21829/abm103.2013.50
- Orellana R, Balam KM, Bañuelos I, García ME, González-Iturbe JA, Herrera CF, Vidal LJ. 1999. Evaluación climática. In: Chico-Ponce de León PA, Alonzo-Aguilar A, García de Fuentes A, Jiménez-Orsorio JJM, Orellana-Lanza R, Urzaiz-Lares E. eds. *Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán*. Ciudad de México: Universidad Autónoma de Yucatán, 163-182. ISBN: 9687556927
- Ortiz-Díaz JJ. 1994. Polygonaceae. In: Flores-Guido JS, ed. *Etnoflora Yucatanense Fascículo 10*. Mérida, Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán. 1-61. ISBN 9686843280
- Ortiz-Díaz JJ, Flores JS. 2008. Poaceae 1: clave de géneros y etnobotánica. In: Flores-Guido JS, ed. *Etnoflora Yucatanense Fascículo 27*. Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida. 1-51. ISBN: 968-6060-93-0 / 978-6077573-00-5
- Ortiz-Díaz JJ, Tún-Garrido J, Arnelas-Seco I, García-Gil G. 2014. Flora fanerogámica de dos enclaves

- de sabana de la península de Yucatán. México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **85**: 665-676. DOI: 10.22201/ib.20078706e.2014.3.38
- Patchell MJ, Roalson EH, Hall JC. 2014. Resolved phylogeny of Cleomaceae based on all three genomes. *Taxon* **63**: 315-328. DOI: 10.12705/632.17 DOI: 10.12705/632.17
- Pérez-Sarabia JE, Duno de Stefano R, Carnevali Fernández-Concha G, Ramírez Morillo I, Méndez-Jiménez N, Zamora-Crescencio P, Gutierrez-Báez C, Cetzal-Ix W. 2017. El conocimiento florístico de la Península de Yucatán, México, actualización y colecciones botánicas. *Polibotánica* **44**: 39-50. DOI: 10.18387/polibotanica.44.3
- Ramírez M. IM, Carnevali-F. C, G. 2003. A new species of *Tillandsia* (Bromeliaceae) from the Mexican Yucatan Peninsula. *Novon* **13**: 209-211. DOI: 10.2307/3393522
- Ramírez-Barahona S, Torres-Miranda A, Palacios-Ríos M, Luna-Vega I. 2009. Historical biogeography of the Yucatan Peninsula, Mexico: a perspective from ferns (Monilophyta) and Lycopods (Lycophyta). *Biological Journal of the Linnean Society* **98**: 775-786. DOI: doi.org/10.1111/j.1095-8312.2009.01331.x
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Ciudad de México: Limusa.
- Schikorr F. 2017a. *Desmodium ospriostreblum* (Leguminosae), misteriosa e indocumentada en Yucatán. *Desde el Herbario CICY* **9**: 71-74.
- Schikorr F, Duno R, Cetzal-Ix W. 2017b. Una *Euphorbia* olvidada en la península de Yucatán: *Euphorbia ophthalmica*. *Desde el Herbario CICY* **9**: 115-117
- Smith HM. 1940. Las provincias bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género *Sceloporus*. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* **2**: 103-110.
- Sosa V, Flores J, RicoGray V, Lira R, Ortiz, JJ. 1985. Lista Florística y Sinonimia Maya. In: Sosa V, ed. *Etnoflora Yucatanense*. Fasc. 1. Xalapa, Veracruz, México: Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. ISBN: 84-89600-86-4 / 84-896000-87-2
- Sosa V, Dávila P. 1994. Una evaluación del conocimiento florístico de México. *Annals of the Missouri Botanical Gardens* **81**: 749-757. DOI: 10.2307/2399919
- Sousa SM, Cabrera EF. 1983. *Listados Florísticos de México. II. Flora de Quintana Roo*. México, D.F.: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 100 pp. ISBN 968-837-977-8 / 968-36-0323-8
- Standley PC. 1930. Flora of Yucatán. *Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical Series* **3**: 157-492.
- Stull GW, Duno de Stefano R, Soltis DE, Soltis PS. 2015. Resolving basal lamiid phylogeny and the circumscription of Icacinaceae with a plastome-scale data set. *American Journal of Botany* **102**: 1-20. DOI:10.3732/ajb.1500298
- Torres W, Méndez M, Dorantes A, Durán R. 2010. Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **86**: 37-51.
- Tropicos. 2018. Missouri Botanical Garden. <<http://www.tropicos.org>> (accessed January 10, 2018)
- Villaseñor JL. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **87**: 559-902. DOI: 10.1016/j.rmb.2016.06.017
- Wilson EM. 1980. Physical geography of the Yucatan peninsula. In: Moseley E, Terry E, eds. *Yucatan a World Apart*. Tuscaloosa: The University of Alabama Press, 5-40. ISBN 10: 0817300252 / 13: 978-0817300258
- Yuan YW, Mabberley DJ, Steane DA, Olmstead RG. 2010. Further disintegration and redefinition of *Clerodendrum* (Lamiaceae): Implications for the understanding of the evolution of an intriguing breeding strategy. *Taxon* **59**: 125-133. DOI: 10.2307/27757057