



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

**Instituto Tecnológico de Chiná**

## TESIS

**“Análisis de estudios florísticos: métodos de estimación de diversidad, composición, estructura y su relación con el valor biológico de las zonas arqueológicas de la Península de Yucatán, México”**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO (A) EN CIENCIAS EN AGROECOSISTEMAS SOSTENIBLES**

PRESENTA:  
**EDUARDO MOISES UCAN TUCUCH**

**Chiná, Campeche, México a febrero 2021.**



Certificado No: SG 20191090

Calle 11 s/n entre 22 y 28, C.P. 24520  
Chiná, Campeche. Tel. (981) 82-72052 y 82-72082  
E-mail: [dir01\\_china@tecnm.mx](mailto:dir01_china@tecnm.mx)  
[tecnm.mx](http://tecnm.mx) | [china.tecnm.mx](http://china.tecnm.mx)



Contraportada (copia de la portada)



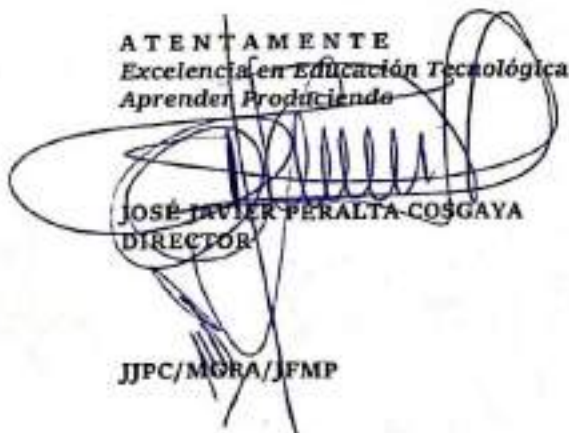
División de Estudios de Posgrado e Investigación  
Chiná, Campeche **22/Febrero/2021**  
Oficio Tesis MCAGS-02  
ASUNTO: Aprobación

**C. EDUARDO MOISÉS UCAN TUCUCH  
PRESENTE**

El que suscribe, manifiesta que el Dictamen emitido por el Comité de Revisión que integra el sínodo del trabajo de tesis denominado "Análisis de estudios florísticos: métodos de estimación de diversidad, composición, estructura y su relación con el valor biológico de las zonas arqueológicas de la Península de Yucatán, México". Es aprobado como requisito parcial para obtener el Grado de **MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROECOSISTEMAS SOSTENIBLES**.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
*Excelencia en Educación Tecnológica*  
*Aprender Produciendo*



**JOSÉ JAVIER PERALTA COSGAYA**  
DIRECTOR

JJPC/MORA/JFMP



S.E.P.  
T.N.M.  
INSTITUTO  
TECNOLÓGICO  
DE CHINÁ  
CLAVE:  
64DIT0002W




## COMITÉ REVISOR

"Este trabajo fue revisado y aprobado por este comité y presentado por el C. **Eduardo Moisés Ucan Tucuch**, como requisito parcial para obtener el **Grado de Maestro en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles**, el día 22 del mes de febrero del año 2021 en Chiná, Campeche".

Dr. William Rolando Cetzal Ix

Presidente



---

M.C. Gustavo Enrique Mendoza Arroyo

Secretario



---

M.C. Jesús Froylán Martínez Puc

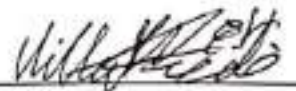
Vocal



---

M.C. José Luis Villalpando Aguilar

Suplente



---

## DECLARACIÓN DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en el presente documento deriva de los estudios realizados para alcanzar los objetivos planteados en mi trabajo de tesis, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Chiná. De acuerdo a lo anterior y en contraprestación de los servicios educativos o de apoyo que me fueron brindados, dicha información, en términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, le pertenece patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Chiná. Por otra parte, de acuerdo a lo manifestado, reconozco de igual manera que los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que se deriven de la información generada en el desarrollo del presente estudio, le pertenecen patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Chiná de manera que si se derivasen de este trabajo productos intelectuales o desarrollos tecnológicos, en lo especial, estos se regirán en todo caso por lo dispuesto por la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, en el tenor de lo expuesto en la presente Declaración.

Firma:  \_\_\_\_\_

Nombre: Eduardo Moisés Ucan Tucuch

## **AGRADECIMIENTOS**

Este estudio se desarrolló con el apoyo de la beca CONACYT 2018-000068-02NACF.

Se agradece al proyecto Consolidación de la Unidad de Conservación de Flora Nativa de la Península de Yucatán: estrategia para integrar y promover el conocimiento etnobotánico con fines de investigación, formación de recursos humanos, conservación, uso y manejo sustentable FORDECYT-PRONACES/18/2020 (Proyecto: 0000000000304952).

Se agradece al proyecto Cátedras Conacyt # 364 Reconversión productiva sustentable para el desarrollo de los productores rurales de Campeche.

Agradezco las facilidades, el apoyo y la inscripción otorgada por el TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO/ INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ para permitirme realizar mis estudios de posgrado en sus instalaciones.

Se agradece el apoyo a todos los integrantes del Laboratorio de Agroecosistemas y Conservación de la Biodiversidad (LACB) y el Jardín Botánico Unidad de Conservación de Flora Nativa de la Península de Yucatán, por su amable amistad, colaboración y orientación de los datos taxonómicos de la flora.

Les agradezco al Dr. William Rolando Cetzal Ix, Dr. Eliana Josefina Noguera Savelli, Dr. Rodrigo Duno De Stefano y Dr. Gustavo Enrique Mendoza Arroyo, por su tiempo y disposición, por sus atinados comentarios y la displicencia a mi trabajo, su tiempo invertido es invaluable.

A mis compañeros de generación, por esos dos años de acompañamiento y buenas vibras, Augusto Esaú López Vadillo, Josué Eliezer Uc Chulin y Delfino Daniel Lorenzo Cámara.

A mi familia le estoy agradecido por su motivación y apoyo en todo momento del posgrado.

Finalmente, quiero reconocer mis respetos a los esfuerzos de todos los investigadores que han realizado estudios florísticos y recolectas botánicas en los diferentes tipos de vegetación de la Península de Yucatán por la persistencia de sus saberes locales.

## Índice de contenido

**Agradecimientos**

**Dedicatoria**

**Resumen**

**Abstract**

1	Introducción .....	1
2	Antecedentes .....	3
2.1	Nomenclatura taxonómica y estudios florísticos en la PY .....	3
2.2	Cultura maya y su vegetación.....	4
2.3	Plan de manejo en las ZAAP y políticas de conservación.....	6
3	Justificación.....	10
4	Hipótesis.....	12
5	Objetivos .....	14
5.1	Objetivo general.....	14
5.2	Objetivos específicos .....	14
6	Referencias .....	16
7	Capítulos.....	25
7.1	Capítulo 1.....	25
	Una revisión de los estudios florísticos en la península de Yucatán, México: nomenclatura y métodos empleados para identificar su diversidad, abundancia, composición y estructura .....	25
7.1.1	Resumen .....	26
7.1.2	Abstract.....	27
7.1.3	Introducción.....	27
7.1.4	Materiales y métodos.....	30
7.1.5	Resultados.....	35
7.1.6	Discusión .....	40
7.1.7	Agradecimientos.....	49
7.1.8	Referencias .....	50
7.2	Capítulo 2.....	82
	Vegetación y flora de las zonas arqueológicas de la Península de Yucatán, México: diversidad, conservación y patrimonio cultural .....	82



7.3	Resumen.....	82
7.4	Introducción.....	83
7.5	Metodología.....	84
7.6	Resultados.....	87
7.7	Discusión.....	90
7.8	Conclusión.....	95
7.9	Agradecimientos.....	96
7.10	Referencia.....	97
8	Conclusión.....	124
9	Anexos.....	125
9.1	Anexo 1.....	125
9.2	Anexo Capitulo 1.....	127
9.3	Anexo Capitulo 2.....	140

## Indice de figuras

**Figura 1.** Ubicación de las Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales (+), Municipales (-), Privadas (\*) y zonas arqueológicas abiertas al público en la Península de Yucatán..... 8

## Capítulo 1

**Figura 1.** Numero de estudios sobre listados florísticos (EF) y estudios sobre composición y estructura florística (ECEF) encontrados en la Península de Yucatán (A). Numero de los levantamientos florísticos en función de los tipos de vegetación para la Península de Yucatán. (Tipos de vegetación: SMSP: Selva mediana subperennifolia, SMSC: Selva mediana subcaducifolia, SBC: Selva mediana subcaducifolia, SBSC: Selva baja subcaducifolia, SBI: Selva baja inundable, VSA: Vegetación secundaria, VA: Vegetación Acuática, MG: Manglar, DN: Duna costera, MD: Matorral Duna Costera y SB: Sabana) (B). Intervalos de porcentaje de sinónimos encontrados en los estudios de listados florísticos (ELF) ((C). Numero de estudios sobre los levantamientos de la composición y estructura florística (con lista de especies) realizados por intervalos de años (1983-2019) (ECEF=Estudios sobre el Levantamiento de la Composición y Estructura Florística) (D). Intervalos de porcentaje de sinónimos de los diferentes estudios sobre el levantamiento de la composición y estructura florística. (ECEF=Estudios sobre el Levantamiento de la Composición y Estructura Florística) (E)..... 69

**Figura 2.** Representación cronológica de los estudios de listados florísticos (EF), ilustrando el número de especies y el porcentaje de sinónimos analizados a través del tiempo en la PY (A). Representación cronológica de los estudios sobre el levantamiento de la composición y estructura florística (ECEF), ilustrando el número de especies y el porcentaje de sinónimos analizados a través del tiempo en la PY (B)..... 71

**Figura 3.** Diagrama de similitud para los sinonimos por el metodo UPGMA como medida de agrupamiento e indice de similitud de Bray-Curtis, para estudios de listados florísticos (ELF) con registros de sinónimos para la PY (A). Diagrama de similitud para los sinonimos por el metodo UPGMA como medida de agrupamiento e indice de similitud de Bray-Curtis, de los estudios sobre el levantamiento de la composición y estructura florística (ECEF) con registros de sinónimos para la PY (B)..... 72

**Figura 4.** Diagrama de similitud florística de los estudios de composición y estructura en vase a los tipos de vegetación, por el metodo UPGMA como medida de agrupamiento e indice de similitud de Bray-Curtis para la PY..... 73

**Figura 5.** Ordenamiento no paramétrico multidimensional (NMDS), de los estudios en relación con los tipos de vegetación. (Tipos de vegetación: SMSP: Selva mediana subperennifolia, SMSC: Selva mediana subcaducifolia, SBC: Selva mediana subcaducifolia, SBSC: Selva baja subcaducifolia, SBI: Selva baja inundable, VSA: Vegetación secundaria,

VA: Vegetación Acuática, MG: Manglar, DN: Duna costera, MD: Matorral Duna Costera y SB: Sabana) (A). Diferentes parcelas de muestreo empleados en los estudios de listados florísticos (EF) y estudios sobre composición y estructura (ECEF), basado en recolectas botánicas para la PY (B). Curva de acumulación de especies de los estudios locales con lista florística de acuerdo con los modelos predictivos de riqueza: S Mean (runs) (riqueza observada), ACE Mean, ICE Mean, Chao 1 Mean, Chao 2 Mean, Jack 1 Mean. Singletons Mean y Doubletons Mean (C). ..... 74

**Figura 6.** Ubicación de los estudios florísticos y los tipos de vegetación estudiados en la Península de Yucatán (ver en Apéndice 2 nombres asociados a los estudios florísticos)... 75

## Capítulo 2

**Figura. 1** Numero de las ZAAP por tipos de vegetación (TV) para la Península de Yucatán. (MG=Manglar, PT=Popal o Tular, SB=Sabana, SBSP=Selva baja subperennifolia, VSA=Vegetación suelo arenosos, SBSC=Selva baja subcaducifolia, MAPF=Manejo agrícola, pecuario y forestal, SMSC=Selva mediana subcaducifolia, SMSP=Selva mediana subperennifolia (CONABIO 1999) ..... 113

**Figura. 2** Ubicación de las ZAAP (INAH 2019) y tipos de vegetación en la Península de Yucatán (CONABIO 1999). ..... 114

**Figura. 3** Numero de estudios florísticos por ZAAP bajo estudio florísticos ..... 115

**Figura. 4** Ubicación de las ZAAP y los buffers de 30 km con relación a los estudios florísticos de la Península de Yucatán (ver en Apéndice 1 nombres asociados a los estudios florísticos)..... 116

**Figura. 5** Ordenamiento no paramétrico multidimensional (NMDS) agrupado a los diferentes tipos de vegetación en base a las ZAAP. buffer 5 km (a), buffer 10 km (b), buffer 20km (c), buffer 30 km (d))..... 117

**Figura. 6** Ilustración espacial de la intersección de las plantas CONABIO 2019 y los buffers (5, 10, 20, 30 km) para cada ZAAP ejemplares en la Península de Yucatán (ver en Apéndice 1 nombres asociados a las ZAAP)..... 118

**Figura. 7** Curva de acumulación de especies en las 51 ZAAP de la Península de Yucatán, de acuerdo con los modelos predictivos de riqueza: S Mean (runs) (riqueza observada), Singletons Mean, Doubletons Mean, ACE Mean, Chao 1 Mean, Chao 2 Mean, Jack 1 Mean, Jack 2, Mean. .... 119

## Indice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Zonas arqueológicas dentro los límites federales de las ANP'S con sus diferentes órdenes de gobierno. (ANP'S =áreas naturales protegidas). .....	7
--	---

### Capítulo 1

<b>Tabla 1.</b> Estudios de listados florísticos (ELF) a diferentes escalas en la península de Yucatán, México.....	76
<b>Tabla 2.</b> Lista de los estudios sobre el levantamiento de la composición y estructura florística (ECEF) que presentan o no listados florísticos en la península de Yucatán, México. CLF = Con listado florístico. SLF = Sin listado florístico. ....	76
<b>Tablas 3.</b> Tipos de estudio, autores y sitios de muestreo en los diferentes tipos de vegetación en la península de Yucatán, México. ....	77
<b>Tabla 4.</b> Frecuencia de los 82 estudios florísticos encontrados en sus diferentes intervalos de años. ....	78
<b>Tabla 5.</b> Línea del tiempo de los 82 estudios sobre EF y ECEF .....	78
<b>Tabla 6.</b> Principales taxa que fueron actualizados en los diferentes estudios de listados florísticos (ELF) y estudios sobre levantamiento de la composición y estructura florística (ECEF) en la península de Yucatán, México. ....	80
<b>Tabla 7.</b> Resultado de las especies con un porcentaje mayor al 50% en representatividad para los diferentes estudios con un tipo de vegetación registrado para la PY.....	81
<b>Tabla 8.</b> Eficiencia de muestreo (en porcentaje) empleando los estimadores no paramétricos de los estudios locales en base a recolectas botánicas para la PY. ....	81

### Capítulo 2

<b>Tabla 1.</b> Diferentes tipos de vegetación en la península de Yucatán (Flores y Espejel, 1994 y Miranda et al. 1958).....	120
<b>Tabla 2.</b> Resultados del ANOSIM, con índices de similitud Bray-Curtis, presentados a través del estadístico (R) y el valor de probabilidad (P). ....	120
<b>Tabla 3.</b> Eficiencia de muestreo (en porcentaje) empleando los estimadores no paramétricos. ....	120

<b>Tabla 4.</b> Especies con mayor valor de importancia para los diferentes buffers generados en las diferentes ZAAP en la PY.....	121
<b>Tabla 5.</b> Las 10 especies endémicas con mayor valor de importancia relativa, presentes en los buffers 5 km, 10 km, 20 km y 30 km en las diferentes ZAAP de la PY. ....	121
<b>Tabla 6.</b> Las 10 especies con mayor valor de importancia relativa integrados secuencialmente en los buffers 10 km, 20 km y 30 km en las diferentes ZAAP de la PY.....	122
<b>Tabla 7.</b> Relación del porcentaje de especies compartidas entre las ZAAP y los Estudios florísticos seleccionados, por cada buffer generado. ....	123

## Resumen

La Península de Yucatán (PY) cuenta con diferentes estudios florísticos en los diferentes tipos de vegetación, con una amplia diversidad de especies de importancia ecológica y económica (medicinales, ornamentales, alimenticias, etc). Estos conocimientos florísticos se encuentran descritos y registrados por múltiples autores a diferentes escalas (nivel regional, estatal y local), su constante actualización se deriva de los nuevos estudios filogenéticos y taxonómicos que surgen cambios en la delimitación y circunscripción de la taxa. Por otra parte, en los diferentes tipos de vegetación de la PY, albergan 51 zonas arqueológicas abiertas al público (ZAAP), consideradas importantes no solo como acervo cultural e histórico, sino también biológico, por lo que es importante recopilar, analizar y aumentar su conocimiento florístico. Por tal motivo, el objetivo de la presente tesis fue analizar los cambios del conocimiento florístico de los estudios publicados a través del tiempo y sistematizar su ubicación geográfica del conocimiento previo establecido junto con los registros botánicos CONABIO 2019, en áreas de influencia a las ZAAP de la PY. Para analizar el conocimiento de estudios florísticos (EF) se utilizó el método “bola de nieve”, el cual consistió en una búsqueda exhaustiva de EF (listados florísticos (ELF) y sobre composición y estructura florística (ECEF)), para determinar el efecto de los cambios nomenclaturales en el número de taxones aceptados actualmente y los agrupamientos de EF que comparten sinonimia, mediante tres tipos de análisis multivariados (ANOSIM, NMDS y UPGMA) a través del índice de similitud Bray-Curtis. Además, con la ubicación geográfica de los EF, recolectas botánicas CONABIO 2019 y los tipos de vegetación entorno a las ZAAP. Se realizaron geoprocесamientos (Buffers 5, 10, 20 y 30km) de datos espaciales y análisis estadísticos mediante NMDS, ANOSIM, empleando el índice de similitud Bray-Curtis, se obtuvo el valor de importancia relativa y los estimadores no paramétricos de riqueza. Estos análisis nos proporcionan las pautas necesarias para determinar las áreas de conservación de la flora resguardada en las diferentes ZAAP y su importancia como acervo para la flora nativa y endémica de la región.

**Palabras clave:** Campeche; curvas de acumulación; publicaciones; recolectas botánicas; geoprocесamiento

**Analysis of floristic studies: methods of estimating diversity, composition, structure and their relationship with the biological value of the archaeological areas of the Peninsula Yucatan, Mexico**

**Abstract**

The Peninsula Yucatan (PY) has different floristic studies on the different types of vegetation, with a wide diversity of species of ecological and economic importance (medicine, ornamental, food, etc). This floristic knowledge is described and recorded by multiple authors at different scales (region, state and local level), its constant updating derives from the new phylogenetic and taxonomic studies that arise changes in the delimitation and circumscription of the taxa. On the other hand, in the different types of vegetation of the PY, they house 51 archaeological zones open to the public (ZAAP), considered important not only as cultural and historical heritage, but also biological, so it is important to collect, analyze and increase your floristic knowledge. For this reason, the objective of this thesis was to analyze the changes in floristic knowledge of published studies over time and to systematize its geographical location of the previous knowledge established together with the CONABIO 2019 botanical records, in areas of influence to the ZAAP of the PY. To analyze the knowledge of floristic studies (EF), the "snowball" method was used, which consisted of an exhaustive search of EF (floristic lists (ELF) and on floristic composition and structure (ECEFF)), to determine the effect of the nomenclatural changes in the number of currently accepted taxa and the EF groupings that share synonymy, using three types of multivariate analyzes (ANOSIM, NMDS and UPGMA) through the Bray-Curtis similarity index. In addition, with the geographical location of the EF, CONABIO 2019 botanical collections and the types of vegetation around the ZAAP. Geoprocessing (Buffers 5, 10, 20 and 30km) of spatial data and statistical analysis were carried out using NMDS, ANOSIM, using the Bray-Curtis similarity index, the relative importance value and non-parametric richness estimators were obtained. These analyzes provide us with the necessary guidelines to determine the conservation areas of the flora protected in the different ZAAP and the importance as a heritage for the native and endemic flora of the region.

**Keywords:** Campeche; accumulation curves; publications; botanical collections; geoprocessing.



## 1 Introducción

La Península Yucatán (PY) ubicada dentro de La Provincia Biótica Península de Yucatán, forman parte de una de las tres grandes extensiones forestales de Mesoamérica (Galindo-Leal, 1999; Barrera, 1962). Presenta características particulares de la vegetación como su estructura y composición florística, determinados por factores abióticos como el suelo, la topografía y el clima (Carnevali *et al.*, 2010; Ruokolainen y Tuomisto, 2002; Bell, 2001; Rzedowski, 1991). Según Flores y Espejel (1994) y Miranda y Hernández (1963) se puede identificar diferentes tipos de vegetación para la PY, en su mayor extensión cubierta por selvas como la baja caducifolia, mediana subcaducifolia y mediana subperennifolia. En cuanto a la flora, Villaseñor (2016) registra 2851 taxa que representan los estados de Campeche (172 familias, 917 géneros y 2369 especies), Quintana Roo (165, 905 y 2276) y Yucatán (150, 803 y 1900). Sin embargo, Duno de Stefano *et al.* (2018) registraron alrededor de 168 familias, 970 géneros y 2327 especies. Este conocimiento florístico se encuentra en constante cambio en su nomenclatura, derivado de los nuevos estudios filogenéticos y taxonómicos en las clasificaciones, como los cambios de taxa (sinónimos) y en algunos casos especies nuevas para el área o para la ciencia (Duno de Stefano, 2015; Duno de Stefano, 2010).

Por otra parte, en la PY permaneció la cultura maya como una de las grandes civilizaciones humanas, por lo menos 2800 años (Estrada-Bill, 2011; Carrasco, 1996; Turner, 1983; Andrews, 1960). Su mayor auge de la civilización fue en el periodo clásico (300-800 d.C), donde la vegetación fue altamente modificada por mantener su alta población ((117 a 151 individuos/km<sup>2</sup>), es probable que la vegetación haya sido removida cerca de su totalidad, por su arquitectura y el arte monumental (cuyos ejemplos aún son visibles), practicas agrícolas intensivas como la construcción de terrazas y campos inundables (Márquez y Hernández, 2013; Andrews, 1996; Hodell *et al.*, 1995; Harrison, 1990).

En la vegetación actual, es difícil interpretar las consecuencias de las actividades prehispánicas, pero aun presentan muestras del impacto, sugerido por algunos autores (Harrison, 1990; Miranda, 1958), que las selvas inundables son el resultado del azolvamiento de lagunas someras debido a las actividades agrícolas mayas. Así mismo, el paisaje

arqueológico maya en la PY está formado por vestigios arqueológicos que todavía perturban (Martínez y Galindo-Leal, 2002), denominados como zona de monumentos arqueológicos (ZA) por la LFZAAH (2018). Estos monumentos históricos por carecer de financiamiento, estrategias de control y manejo para futuras prácticas sostenibles, son poco estudiados en su vegetación y flora en los últimos años (Gutiérrez Báez *et al.*, 2015; Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez, 2012; White *et al.*, 2004; White *et al.*, 1995).

Por lo cual, la tesis se dividió en dos capítulos: 1) el primer capítulo con la presencia de los cambios nomenclaturales en el conocimiento florístico, se realizó una búsqueda exhaustiva de EF (listados florísticos (ELF) y sobre composición y estructura florística (ECEF)), para determinar cómo ha cambiado el conocimiento florístico en los estudios publicados a través del tiempo (nombres aceptados y sinónimos) y el impacto que presenta los cambios taxonómicos de las especies de flora en los estudios regionales, estatales y locales. Para el 2) segundo capítulo, con motivo de la importancia de tener una visión sobre la flora resguardada en las ZA abiertas al público (ZAAP) de la PY, se considero analizar el conocimiento de los estudios florísticos previos establecidos y registros botánicos (CONABIO, 2019) en áreas de influencia a las ZAAP, con la intención de presentar la flora resguardada en las diferentes ZAAP de la PY, que nos ayudara en años posteriores a la conservación de la flora, belleza escénica, proteger y recuperar los ecosistemas fragmentados, mediante programas de manejo y administración, a mediano y largo plazo.

## 2 Antecedentes

### 2.1 Nomenclatura taxonómica y estudios florísticos en la PY

La taxonomía vegetal o botánica sistemática es un campo amplio, que trata de la diversidad de las plantas, su identificación, nomenclatura, clasificación y evolución de las especies (Jones y Luchsinger, 1986). Para el establecimiento de la nomenclatura moderna entre los grupos de plantas vivientes y una repercusión en el sistema científico, un importante punto de partida fue la obra llamada “Species Plantarum” y el establecimiento de una nomenclatura binomial por Carlos Linneo (1707-1778). Linneo dividió su sistema sexual en 24 clases, basada en la sexualidad de las flores y la medición de las estructuras sexuales de las plantas (Ramírez, 2007). Sin embargo, en el año 1859 una obra de Charles Darwin “The origin of species”, los botánicos empezaron a integrar los conceptos de evolución a sus clasificaciones, al ordenar los diferentes grupos en una secuencia evolutiva. Los primeros sistemas de clasificación se les llama filogenéticas, conformados por las relaciones de proximidad evolutiva entre las distintas especies; citada por algunos autores como clasificaciones evolucionistas (Benítez de Rojas *et al.*, 2006). De igual manera, con una obra publicada en 1950 “Grundzüge einer theorie der phylogenetischen systematik” del entomólogo alemán W. Henning, se desenvuelven estudios sobre clasificaciones filogenéticas, proponiendo como base principal en su sistema de clasificación la secuencia hipotética de la historia evolutiva, los grupos biológicos y las clasificaciones filogenéticas. Considerando los grupos monofiléticos, que corresponde a un grupo constituido por todos y cada uno de los descendientes de un antepasado común (Rieppel, 2017). En los últimos tiempos, el reconocimiento de grupos monofiléticos presenta nuevos cambios en su clasificación con evidencia de datos moleculares, surgiendo la primera publicación de la clasificación del Grupo de Filogenia de Angiospermas (APG I) en el año 1998 (APG I, 1998, APG II, 2003 y APG III, 2009) y una actualización reciente en el año 2016 (APG IV, 2016), que reagrupa a las angiospermas en 65 órdenes y 416 familias. Estos cambios filogenéticos perseveran en los últimos años, tomando en cuenta que la clasificación APG continúe mutando por un futuro indeterminado (APG IV, 2016).

Por su parte, la PY incluye 2327 especies de plantas vasculares, de las cuales sólo dos son gimnospermas y 66 helechos y grupos afines. Las angiospermas con 2259 especies, como la flora más representativa de la región. Para el endemismo en la PY, se incluye 99 especies que representan el 4.27 % de la flora total. Para las familias más diversas resaltan la Fabaceae, Poaceae, Asteraceae y Orchidaceae. Los géneros más representativos son *Croton* L., *Euphorbia* L. (ambos adscritos a Euphorbiaceae) y *Justicia* L. (Acanthaceae) (Duno de Stefano *et al.*, 2018). Este conocimiento florístico ha presentado cambios en su nomenclatura de las especies, al considerar los diferentes estudios representativos de la flora resguardada en la región (Villaseñor, 2016; Carnevali *et al.*, 2010; Campos Ríos, 2006; Gutiérrez-Báez, 2006; Arellano-Rodríguez *et al.*, 2003; Durán *et al.*, 2000; Ibarra-Manríquez., 1995; Flores y Ucan, 1983, Sosa *et al.*, 1985; Standley, 1930). De igual manera, se presentan estudios que mencionan el esfuerzo de recolección botánica para la PY, como el caso de Pérez-Sarabia *et al.* (2017), realizado a través del índice de densidad de colección botánica (IDCB). El cual obtuvo como resultado para la PY un IDCB de 139, para el estado de Campeche con el registro más bajo un IDCB de 108.60, el estado de Yucatán alcanza un índice de 201.25 y Quintana Roo contando con un IDCB de 117.30. Observando el estado de Campeche y Quintana Roo como los lugares de especial interés botánico.

## 2.2 Cultura maya y su vegetación.

La cultura maya es una de las grandes civilizaciones humanas, que se desarrolló en gran parte de Mesoamérica y sur de México (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán) (Velásquez, 1997). Una cultura que perduró un periodo aproximado de 2800 años, componiéndose del periodo preclásico hasta los años 250 d. C., a partir de este punto inicia el periodo clásico hasta el año 950 d. C. y por último el periodo posclásico donde empieza su decadencia hasta el año 1450 y la segunda hasta el año 1550 estando en el periodo de contacto con los españoles (Estrada-Belli, 2011; Andrews, 1960). Durante el periodo clásico, que comprende divisiones de periodos como el clásico temprano, tardío y terminal, marco el auge de las construcciones a gran escala, mayor demografía y agricultura intensiva como extensiva, basados en el pluricultivo, la selección de variedades de especies de plantas para su adaptación a terrenos verticales y horizontales, la formación de terrazas en distintas franjas

climáticas, campos drenados, canales de irrigación o agricultura de roza, tumba y quema (Estrada-Bill, 2011; Ford y Nigh, 2009). Estas labores agrícolas fueron de importancia para mantener esta alta población, perdiendo gran parte de la vegetación que algunos autores han interpretado a la deforestación y resultado de la demanda de combustible, la principal causa de su decadencia y colapso (Turner *et al.*, 2004; Turner *et al.*, 2001; Andrews, 1996; Harrison, 1990). Las terrazas o terraplenes u otros tipos de obras similares, se distribuyen pericialmente en los primeros accidentes topográficos del norte de la Península de Yucatán (PY), a partir del borde sur y suroeste de la región, en un área extensa de formaciones geológicas notorias, donde se encuentran las condiciones fisiográficas para su construcción (Barrera, 1987).

Por otra parte, la arqueobotánica es una de las disciplinas que aborda el objetivo de los análisis de restos botánicos recuperados en sitios arqueológicos, lo que nos permite determinar una aproximación entre la dinámica de los grupos humanos y la vegetación (Bruno y Sayre, 2017; Morehart y Morell-Hart, 2013; Reitz *et al.*, 2008). En la continuidad de la historia se denota para la cultura maya los recursos genéticos manejados en el sistema milpa, como el cultivo de maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot esculenta*) y calabazas (*Cucurbita* spp.) (Terán Rasmussen, 1995). Contemplando estas formas de cultivo con árboles frutales, prácticas de aprovechamiento maderables y no maderable del sistema milpa (*Alseis yucatanensis*, *Aspidosperma desmanthum*, *Cryosophila stauracantha*, *Lonchocarpus castilloi*, *Pouteria campechiana*, *Pouteria reticulata*, *Spondias mombin*, *Swietenia macrophylla* y *Zuelania guidonia* (Barrera-Vázquez, 1977; Ford y Nigh, 2009). Estudios recientes presentan las etapas de sucesión ecológica de la milpa, indican una relación con el manejo tradicional de acahuales en sus distintas fases de regeneración con especies importantes (*Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Cecropia peltata* y *Quercus oleoides*) para la restauración forestal (Diemont *et al.*, 2011; Ford y Nigh, 2009). Diferentes autores sugieren dos especies de plantas con dominancia en los sitios arqueológicos y sus alrededores, como el ramón (*B. alicastrum*) y chicozapote (*Manilkara zapota*), por su gran valor de ser forrajera, uso de resina, maderable hasta una fruta comestible. Así mismo, entre otras especies maderables como *Persea* spp., *Astronium graveolens*, *Croton* spp., *Tabebuia*

sp., *Ceiba pentandra*, *Pimenta dioica*, *Pterocarpus* sp., *Cecropia* sp., *Ficus* spp., *Cordia dodecandra*, *B. simaruba*, anonas (*Annona* spp.) y *Haematoxylum campechianum* (Castillo, 2017; Dussol *et al.*, 2016; Standley, 1930). Sin embargo, existen estudios que plantean la abundancia de *B. alicastrum* principalmente a sus requerimientos ecológicos, con evidencia de su alta densidad sobre las estructuras prehispánicas (suelos muy pedregosos), a diferencia de los lugares planos (Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez, 2012; White y Darwin, 2004; Schulze y Whitacre, 1999; White y Darwin, 1995).

Cabe señalar, dos estudios sobre estructura y composición de la flora en selvas con la presencia de monumentos arqueológicos, el cual mencionan que en la parte norte y centro de la PY se encuentran varias especies generalizadas, incluyendo *B. simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Gymnopodium floribundum*, *Piscidia piscipula* y *Thouinia paucidentata*. (White y Darwin, 2004; White y Darwin, 1995). Y las especies con mayor valor de importancia relativamente alto en los sitios más occidentales son para *Guettarda elliptica*, *Lysiloma bahamense* y *Neea choriophylla*, para los sitios orientales predominan *Coccoloba cozumelensis*, *Coccoloba spicata*, *Croton reflexifolius*, *Eugenia buxifolia*, *Gymnanthes lucida* y *M. zapota*. (White y Darwin, 2004; White y Darwin, 1995).

### **2.3 Plan de manejo en las ZAAP y políticas de conservación**

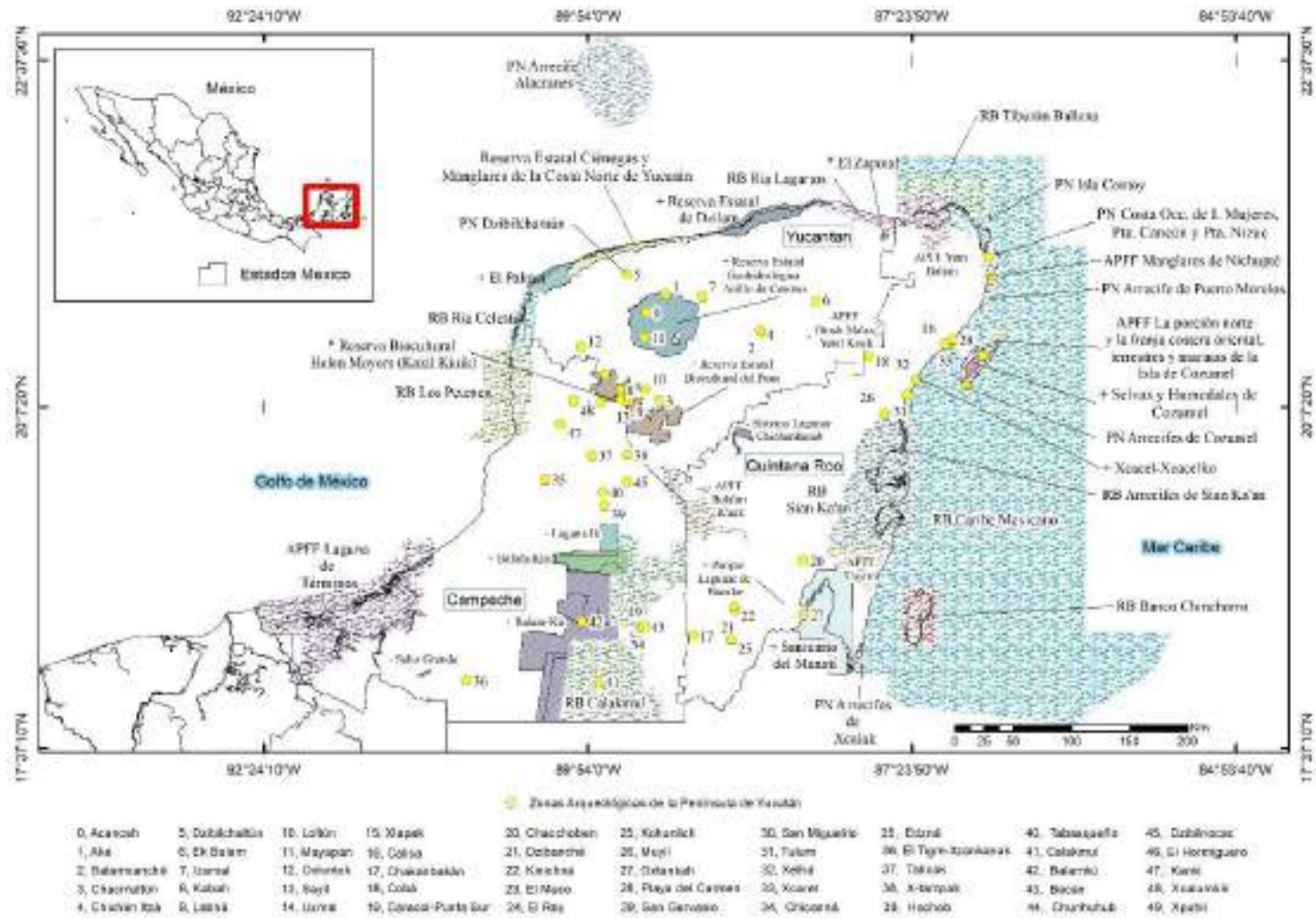
La PY cuenta con 52 áreas naturales protegidas (ANP's) considerando 26 con orden gobierno federal, 20 estatales, 4 municipales y 2 privadas, el cual se disponen ante La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2012), en su artículo 45, fracción VII, que dice "El establecimiento de áreas naturales protegidas tiene por objeto: Proteger los entornos naturales de zonas, monumentos y vestigios arqueológicos, históricos y artísticos, así como zonas turísticas, y otras áreas de importancia para la recreación, la cultura e identidad nacionales y de los pueblos indígenas" (Apéndice 1; Figura 1) (CONANP, 2020; LGEEPA, 2012). En cuanto a lo que refiere a ZA, México es considerado uno de los cinco países con mayor riqueza cultural, alberga 37266 sitios arqueológicos y 87000 monumentos históricos registrados y catalogados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH, 2006). De estos solo 193 se encuentran como ZAAP y 51 presentes en la PY. Definidos ante el Artículo 28 de la Ley Federal sobre monumentos y Zonas

Arqueológicos, Artísticos e Históricos, como “los bienes muebles e inmuebles, producto de culturas anteriores al establecimiento de la hispánica en el territorio nacional, así como los restos humanos, de la flora y de la fauna, relacionados con esas culturas” (LFZAAH, 2018). En relación con la ANP’s de Dzibilchaltún y Calakmul con un nivel Federal, se encuentra ubicada una ZAAP dentro sus límites federales. En lo que respecta a las ANP’s con nivel estatal, cuenta con 10 ZAAP y Chunhuhub en nivel privado (Tabla 1).

**Tabla 1.** Zonas arqueológicas dentro los límites federales de las ANP’S con sus diferentes órdenes de gobierno. (ANP’S =áreas naturales protegidas).

<b>Nivel</b>	<b>ANP’s</b>	<b>ZAAP</b>
Federal	Calakmul	Calakmul
	Dzibilchaltún	Dzibilchaltún
Estatal	Balam-Kú	Balamkú
	Laguna Colombia	Caracol-Punta Sur
	Parque Estatal de Kabah	Kabah
	Reserva Estatal Biocultural del Puuc	Labná
		Uxmal
		Xlapak
	Reserva Estatal Geohidrológica Anillo de Cenotes	Acanceh
		Aké
		Mayapán
		San Gervasio
Privado	Reserva Biocultural Helen Moyers (Kaxil Kiuik)	Chunhuhub

La Coordinación Nacional de Arqueología del INAH, es la responsable de la aplicación de propuestas de los planes de manejo de los sitios patrimoniales y el esquema de participación de la sociedad, con el fin de asegurar su conservación, seguridad y valor cultural, con acciones específicas a corto, mediano y largo plazo (INAH, 2020).



**Figura 1.** Ubicación de las Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales (+), Municipales (-), Privadas (\*) y zonas arqueológicas abiertas al público en la Península de Yucatán.



Algunos autores como Fernández (2013) y Ligorred (2013), menciona los diferentes elementos a considerar para establecer un plan de manejo en los sitios arqueológicos, asumiendo que no todas las ZAAP tienen las mismas necesidades. Contemplan acciones como: protección jurídica, conservación, investigación, mantenimiento, información, educación, operación y desarrollo local. Asimismo, se considera realizar una recopilación de los patrones físicos, biológicos, sociales y culturales, para obtener de cierta manera la mayor cantidad de información del sitio. El plan debe mantenerse flexible para adaptarse a diferentes rangos de transformaciones con el fin de capitalizar oportunidades, sin perder el rumbo establecido.

Por lo tanto, es importante identificar las problemáticas del lugar, para crear escenarios, como propuestas de soluciones posibles, para considerar la más indicada dependiendo del sitio arqueológico. Por ejemplo, la ZAAP Dzibilchaltún que cuenta con un programa de manejo establecido y aceptado ante la CONANP, que incluye los puntos necesarios a considerar para un manejo sostenible del sitio.

Existen diversos monumentos arqueológicos que necesitan protección como patrimonio cultural, bien es el caso del municipio de Dzilam Gonzales, Yucatán, donde se ubican ruinas abandonadas, expuestas a disturbios humanos constantes y no se observa hasta la fecha una acción para la conservación de estas. Se considera tres principales problemas para su gestión como patrimonio de México; 1) distanciamiento de las autoridades locales y ausencia de políticas públicas y federales que favorezcan la participación de la sociedad, 2) acción limitada a la restauración, pero sin servicios ni participación de los grupos/objetivo y 3) escasos recursos destinados a la activación de los vestigios arqueológicos en los pueblos y favorecer la apropiación (Ligorred, 2013). Para salvaguardar y manejar los vestigios arqueológicos, se considera resolver o atenuar el problema colectivo, la descentralización en materia de ordenamiento territorial y normatividad para la conservación del patrimonio cultural en México (Ligorred, 2013).

### 3 Justificación

México es un país con infinidad de paisajes y culturas, siendo uno de los cinco países con mayor diversidad biológica, solo por debajo de Brasil, Colombia, China e Indonesia, por sus diferentes tipos de vegetación y microclimas (Sarukhán *et al.*, 2012; Villalobos-Zapata y Mendoza, 2010; Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008; Sánchez Aguila y Rebollar Domínguez, 1999). Sin embargo, es uno de los principales países con mayor grado de fragmentación y deforestación, impulsados por la expansión de la frontera agrícola y la extracción de madera, de los cuales el estado de Campeche, Tabasco, Quintana Roo y Yucatán, presentan un 37% de las áreas más críticas a nivel nacional con un nocivo daño en su desarrollo sostenible (Armenteras y Rodríguez, 2014; Céspedes-Flores, 2010). Estos tipos de practicas y su fragmentacion en la selva provocan modificaciones en la estructura de la vegetación y composición florística (Von-Gadow *et al.*, 2004; Carnevali *et al.* 2003; Sánchez-Aguilar y Rebollar-Domínguez, 1999; Ramírez-Marcial *et al.*, 1998). Algunos autores como Dzib-Castillo *et al.* (2014), Chave (2008) y Trejo y Dirzo (2002) mencionan que se tiene un limitado interés en estudiar la diversidad, composición y estructura de la flora entre las distintas selvas caducifolias y subcaducifolias, y menos aún, una comparación en estudiar los nichos, climáticos, edáficos locales o regionales. El conocimiento florístico evaluado, presenta grandes cambios mediante los estudios de grupos taxonómicos particulares, a base de la sistemática filogenética con información principalmente derivada de análisis moleculares, arrojando modificaciones en los grupos taxonómicos y su clasificación de la diversidad, como errores en la nomenclatura que deben ser corregidos (sinonimos) o la excistencia de especies nuevas para la region y una respuesta a nuevas evidencias (Duno de Stefano *et al.*, 2018; McDonald *et al.*, 1997). Por lo que es de gran importancia analizar los diferentes estudios florísticos publicados en la PY, con el fin en evaluar su ubicación geográfica y los sinónimos de su lista de especies a nivel regional, estatal y local, para determinar el impacto que presentan en la actualización del listado y su conocimiento florístico.

Por otra parte, la cultura maya fue una gran civilización mesoamericana que desempeñaron un papel muy importante en la domesticación o semi-domesticación, de muchos elementos de su flora y fauna en el manejo de sus selvas, algunas de ellas aun utilizadas en las comunidades indígenas y su actual composición florística que infiere en un sistema de nomenclatura y taxonomía botánica, para cuyos restos todavía perturban (Rzedowski, 2006; Flores y Ucán, 1983; Barrera *et al.*, 1977). En la Península de Yucatán (PY), se encuentran las ZAAP cubiertas de una densa vegetación, ubicadas principalmente al sur y norte de la región (INAH 2019; Šprajc, 2004). Estas ZAAP se albergan en las selvas más representativas de la región, como la SMSP con una precipitación media anual de 1,200 mm y la SMSC con una precipitación media anual de 900 mm, sitios con clima subhúmedo, atenuando que la precipitación representa en gran parte la distribución de la diversidad florística (Carnevali, 2003; Flores y Espejel, 1994; Miranda y Hernández, 1963). Considerando a las ZAAP de la PY, definidas ante un decreto y la LFZAAH (2018), así mismo, ubicadas en las selvas mas extensas e importantes en la región y los posibles nichos ecológicos que representan, es de importancia aumentar su conocimiento biológico para determinar futuras prácticas de conservación, educación ambiental y sostenibilidad. De ante mano el INAH no cuenta con la información taxonómica de la flora para cada ZAAP, es por ello la importancia de esta investigación al presentar datos recabados en los diferentes análisis del trabajo, para verse beneficiada por contar con información biológica, que conlleva a aumentar el valor e importancia de las ZAAP de la PY no solo como acervo cultural e histórico, sino también biológico.

## 4 Hipótesis

En cuanto al estudio del conocimiento de los estudios florísticos publicados en la Península de Yucatán (PY), se plantea las siguientes hipótesis:

Ho<sub>1</sub>: El mayor número de estudios florísticos levantados formalmente en la PY, se ubicarán en la selva mediana subperennifolia y selva mediana subcaducifolia, por presentarse como las selvas con mayor extensión de superficies en la región.

Ho<sub>2</sub>: Los cambios nomenclaturales de la flora en los diferentes grupos de estudios; 1) listados florísticos y 2) estudios sobre el levantamiento de la composición y estructura florística en la PY, mostrarán un mayor porcentaje de sinónimos entre el año 1895 -1990 y menor porcentaje en entre el año 1991-2019.

Ho<sub>3</sub>: Se presentarán diferencias significativas entre los diferentes tipos de vegetación, por manifestar una afinidad entre su composición de especies para los diferentes estudios florísticos seleccionados.

Ho<sub>4</sub>: La riqueza de especies de los estudios florísticos seleccionados por tipo de vegetación, mostrarán menor eficiencia de muestreo y una asíntota no definida, por incluir en su mayoría estudios sobre levantamientos de composición y estructura de la flora.

En relación a su diversidad de flora para las diferentes zonas arqueológicas abiertas al público (ZAAP) en la PY, se plantean las siguientes hipótesis:

Ho<sub>5</sub>: La selva mediana subperennifolia y selva mediana subcaducifolia incluirá el mayor número de ZAAP y mayor diversidad de especies, por presentarse como las de mayor extensión en superficie para la PY.

Ho<sub>6</sub>: Se presentará diferencias significativas entre los tipos de vegetación de cada buffer generado (5, 10, 20 y 30 km), por la afinidad en su composición de especies a los patrones de distribución ecológica.

Ho<sub>7</sub>: Mediante el análisis de estimadores no paramétricos de los registros botánicos, se presentarán mayor eficiencia de muestreo y una asíntota definida. para los buffers 5, 10, 20

y 30 km. Al considerar lo obtenido por Pérez-Sarabia et al. (2017), donde la PY se encuentra por arriba del valor mínimo con un índice de densidad de colección botánica de 139.

Hog: El porcentaje de la flora encontrada en relación a las cinco ZAAP para cada buffer generado (5, 10, 20 y 30 km) y los cuatro estudios florísticos seleccionados, poseerán un porcentaje de especies mayor al 80%, al considerar que la PY presenta un índice de densidad de colección botánica por arriba del valor mínimo.

## **5 Objetivos**

### **5.1 Objetivo general**

Analizar los cambios del conocimiento florístico de los estudios publicados a través del tiempo (nombres aceptados y sinónimos) y sistematizar los patrones de distribución geográficas del conocimiento florístico previos establecidos junto con los registros botánicos CONABIO 2019, en áreas de influencia a las zonas arqueológicas abiertas al público (ZAAP) de la Península de Yucatán (PY) para conocer la diversidad florística y contribuir con estrategias de conservación de su biodiversidad.

### **5.2 Objetivos específicos**

Estudios florísticos:

- Determinar los cambios nomenclaturales (nombres aceptados y sinónimos) del conocimiento florísticos en dos grupos: 1) listados florísticos y 2) estudio sobre el levantamiento de composición y estructura florística en la PY
- Comparar los diferentes tipos de vegetación en relación a su composición de especies de los diferentes estudios seleccionados en la PY
- Determinar la eficiencia de muestreo de los estudios seleccionados mediante los estimadores no paramétricos de riqueza de especies y distintos modelos predictivos como ACE, ICE, Chao 1, Chao 2, Jack 1, Singletons y Doubletons
- Identificar los métodos de muestreo empleados en los diferentes estudios establecidos en la PY
- Identificar los vacíos de información florística para la PY

Zonas arqueológicas abiertas al público:

- Determinar el número de ZAAP presentes en los diferentes tipos de vegetación en la PY
- Relacionar el conocimiento florístico de los estudios seleccionados, a su área de influencia de las ZAAP de la PY

- Evaluar la relación entre los registros botánicos (CONABIO 2019) y los buffers (zona de influencia) generados para cada ZAAP de la PY.
- Determinar la eficiencia de muestreo para cada buffer generado mediante los distintos modelos predictivos como ACE, ICE, Chao 1, Chao 2, Jack 1, Singletons y Doubletons
- Comparar los tipos de vegetación presentes de cada ZAAP en relación a los registros botánicos encontrados por cada buffer generado
- Establecer un buffer como zona de influencia, para estimar la posible flora resguardada en las diferentes ZAAP de la PY

## 6 Referencias

- Andrews, G. F. (1996). Arquitecturas Río Bec y Chenes. *Arqueología Mexicana*, 18, 16–25.
- Andrews, E. W. (1960). "Excavations at Dzibilchaltún Northwestern Yucatán, Mexico". *Proceedings of the American Philosophical Society*, 104 (3), 254–265.
- Arellano-Rodríguez, J. A., Flores-Guido, J. S., Tun-Garrido, J. y Cruz-Bojórquez, M. M. (2003). Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*, 20, 1–815.
- Armenteras, D. y Rodríguez Eraso, N. (2014). Dinámicas y causas de deforestación en bosques de Latino América: una revisión desde 1990. *Colombia Forestal*, 17 (2), 67–86.
- Angiosperm Phylogeny Group [APG]. (1998). An ordinal classification for the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 85, 531–553.
- Angiosperm Phylogeny Group [APG] II. (2003). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141, 399–436.
- Angiosperm Phylogeny Group [APG] III. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 105–121.
- Angiosperm Phylogeny Group [APG] IV. (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.
- Barrera, A. (1962). "La Península de Yucatán como provincia biótica". *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 23, 71–150.



- Barrera-Vázquez, A., Gómez-Pompa, A. y Vázquez-Yanes, C. (1977). El manejo de las selvas por los Mayas, sus implicaciones silvícolas y agrícolas. *Biótica*, 2 (2), 47–61.
- Barrera, R. A. (1987). Tierra y productividad agrícola en la región Puuc. *Revistas del Instituto de Investigación Antropológicas, UNAM*, 24 (1).
- Bell, G. H. (2001) Neutral macroecology. *Science*, 293, 2413–2417.
- Benítez de Rojas, C., Cardozo, L. A., Hernández, Ch. L., Lapp, M., Rodríguez, H., Ruiz, Z., T. y Torrecilla, P. (2006). *Botánica sistemática fundamentos para su estudio*. 1ra Edición; Cátedra de Botánica Sistemática. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela Maracay, Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Bruno, M. C. y Sayre, M. P. (2017). Social Paleoethnobotany: New Contributions to Archaeological Theory and Practice, In: *Social Perspectives on Ancient Lives from Paleoethnobotanical Data*, Sayre, M y M. Bruno (ed). Springer. pp. 1-14.
- Campos-Ríos, M. G. y Chiang-Cabrera, F. (2006). Una revisión nomenclatural de los tipos de plantas de la península de Yucatán, México. *Polibotánica*, 22, 89–149.
- Carrasco, R. V. (1996). Calakmul, Campeche. Arqueología de una “superpotencia”. *Arqueología Mexicana*, 18, 46–51.
- Carnevali, G., Ramírez-Morillo, I. y González-Iturbe, J. A. (2003). Flora y vegetación de la Península de Yucatán. En: P. Colunga García-Marín y Larqué-Saavedra A. (Eds.), *Naturaleza y Sociedad del Área Maya: Pasado, Presente y Futuro*, (pp. 53-68). Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida
- Carnevali Fernández-Concha, G., Tapia-Muñoz, J. L., Duno de Stefano, R. y Ramírez-Morillo, I. M. (2010). *Flora ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico*. Mérida: Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
- Castillo, A. D. A. (2017). *Los usos de las plantas de bosques tropicales por la sociedad maya durante la época prehispánica*. Tesis maestría. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.

- Céspedes-Flores, S. E. y Moreno-Sánchez, E. (2010). Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. *Investigación Ambiental*, 2 (2), 5–13.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP (2020). Información espacial de las Áreas Naturales Protegidas. Recuperado el 10 septiembre, 2020 de: [http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info\\_shape.htm](http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info_shape.htm).
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2019). Registros de ejemplares de plantas. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Publicación 02-04-2019. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. Acceso 20 May 2019
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (1999). Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO, escala 1:1000000. Publicación 11-05-2008. Recuperado el 20 noviembre, 2019 de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Chave, J. (2008). Spatial variation in tree species composition across tropical forests: pattern and process. In *Tropical forest community ecology*, W. P. Carson y S. A. Schnitzer, (eds.). Oxford. p 11-30.
- Diemont, A. W., Bohn, J. L., Rayome, D. D., Kelsen, S. J. y Cheng, K. (2011). Comparison of Mayan forest management, restoration, and conservation. *Forest Ecology and Management*, 261, 1696–1705.
- Dussol, L., Elliott, M., Michelet, D. y Nondédéo, P. (2016). Ancient Maya silviculture of breadnut (*Brosimum alicaatrum* Sw.) and sapodilla (*Manilkara zapota* (L.) P. Royen) at Naachtun (Guatemala): a reconstruction based on charcoal analysis. *Quaternary International*, 457, 1–14.
- 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., Ramírez Morillo, I., Tapia-Muñoz, J., Hernández-Aguilar, S., Lorena-Can, L., Cetzal-Ix, W. y Carnevali Fernández-Concha, G. (2018). Aspectos generales de la flora vascular de la Península de Yucatán Mexicana. *Botánica Sciences*, 96, 515–532.
- 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
- Dzib-Castillo, B., Chantásig-Vaca, C. y González-Valdivia, N. A. (2014). Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* , 85, 167–178.
- Estrada-Belli, F. (2011). *The First Maya Civilization: Ritual and Power Before the Classic Period*. Abingdon, 1ra Edición, 192 pp, UK and New York, US.
- Fernández, O. B. (2013). Los planes de manejo en Zonas Arqueológicas como herramienta para el desarrollo local. UNAM. *Encrucijada. Revista electronica del centro de estudios y administración pública*. No. 13.
- Flores, J. S. y Espejel, M. I. (1994). Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. En: J. S. Flores (Ed.), *Etnoflora Yucatanense* (pp. 1–135). Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán
- Flores, J. y E. Ucan. (1983). Nombres usados por los Mayas para designar a la vegetación. Cuadernos de divulgación No. 10. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. México. 30 pp.
- Ford, A. y Nigh, R. (2009). "Origins of the Maya Forest Garden: Maya Resource Management", *Journal of Ethnobiology*, 29 (2), 213-236.

- Galindo-Leal, C. (1999). La gran región de Calakmul, Campeche: prioridades biológicas de conservación y propuesta de modificación de la Reserva de la Biosfera. Reporte a Word Wildlife Fund - México, México D.F. 40 pp.
- Gutiérrez-Báez, C. (2006). Lista de especies de plantas acuáticas vasculares de la península de Yucatán, México. *Polibotánica*, 21, 75–87.
- Gutiérrez Báez, C., Zamora-Crescencio, P. y Cabrera-Mis, G. (2015). Estructura y composición florística de la selva mediana subperennifolia de Jaina, Hecelchakán, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 17 (1), 17–26.
- Harrison, P. D. (1990). The revolution in ancient maya subsistence. En: Clancy F.S. y Harrison P.D. (Eds.), *Vision and Revision in Maya Studies*, pp. 99-124, University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.
- Hennig, W. (1950). *Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik*. 1ra edición. Editorial: Berlin, Deutscher zentralverlag.
- Hodell, D. A., Curtis, J. H. y Brenner, M. (1995). Possible role of climate in the collapse of Classic Maya civilization. *Nature*, 375, 391–394.
- Ibarra-Manríquez, G., Villaseñor, J. y Durán, R. (1995). Species richness and endemism of trees of Yucatan Peninsula, Mexico. *Botanical Sciences*, 57, 49–77
- Instituto Nacional de Antropología e Historia INAH. (2006). Guía técnica para la planeación y gestión del patrimonio cultural de la nación. México.
- Instituto Nacional de Antropología e Historia INAH. (2016). Con Plan de Manejo, 70 por ciento de las zonas arqueológicas del país. Boletín. Dirección de medios de comunicación. No. 65
- INAH. (15 de enero de 2019). Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Recuperado de: <https://www.inah.gob.mx/zonas-arqueologicas>
- Jones, S. B. Jr. y Luchsinger, A. E. (1986). Plant Systematics. 2a. (Eds.), *McGraw-Hill*, Nueva York.

- LGEEPA, (2012). Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Publicada en el D.O.F. el 28 de enero de 1988. Reformada mediante decreto publicado en el D.O.F. el 13 de diciembre de 1996, Última reforma publicada en el D.O.F. el 04 de junio de 2012.
- LFZAAH, (2018). Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de mayo de 1972. Última reforma publicada DOF 16-02-2018
- Ligorred, P. J. (2013). *La gestión de los sitios arqueológicos en áreas urbanas del estado de Yucatán, México*. Tesis Doctorado. Universitat de Barcelona. Barcelona, Catalunya.
- Llorente-Bousquets, J. y Ocegueda, S. (2008). Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio, México, pp. 283-322.
- McDonald, A., Flores, J. S., Morales, J., García, A. (1997). Convolvulaceae: taxonomía, florística y etnobotánica. In: Flores-Guido JS, (Eds.), *Etnoflora Yucatanense Fascículo 16*. Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán. 1-157. ISBN: 968-6843-29-9
- Márquez., M. L. (2013). Los mayas del clásico tardío y terminal una propuesta acerca de la dinámica demográfica de algunos grupos mayas prehispánicos: jaina, palenque y copán. *Estudio de cultura maya*, 42, 52–86.
- Martínez, E. y Galindo-Leal, C. (2002). "La vegetación de Calakmul, México: clasificación, descripción y distribución". *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 71, 7–32.
- Miranda, F. (1958). Estudios acerca de la vegetación. En: (E. Beltran, ed.). *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. Tomo II: 215-271. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables México.
- Miranda, F. y Hernández X, E. (1963). Los tipos de Vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, 29–179.

- Morehart, C. T. y Morell-Hart, S. (2013). Beyond the Ecofact: Toward a Social Paleoethnobotany in Mesoamerica. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22 (2), 483–551.
- Pérez-Sarabia, J. E., Duno de Stefano, R., Carnevali Fernández-Concha, G., Ramírez Morillo, I., Méndez-Jiménez, N., Zamora-Crescencio, P., Gutiérrez-Báez, C. y Cetzal-Ix, W. (2017). El Conocimiento Florístico De La Península De Yucatán, México. *Polibotanica*, 44, 39–49.
- Ramírez, C. S. (2007). Linneo: la pasión de un médico por la clasificación de los seres vivos. *Revistas Ciencias de la Salud (Colombia)*, 5 (1), 101–103.
- Ramírez-Marcial, N., Ochoa-Gaona, S., González-Espinosa, M. y Quintana-Ascencio, P. F. (1998). Análisis florístico y sucesional en la estación biológica Cerro Huitepec, Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana*, 44, 59–85.
- Reitz, E. J., Newson, L. A., Scudder, S. J. y Scarry, C. M. (2008). Introduction to Environmental Archaeology, en: *Case Studies in Environmental Archaeology*, (pp. 3-20). Reitz E. J., M. Scarry y S. J. Scudder (ed). Segunda edición. Springer.
- Rieppel, O. (2017). Phylogenetic systematics: haeckel to hennig. *Acta Zoologica*, 99 (4), 415–420.
- Ruokolainen, K. y Tuomisto, H. (2002). Beta-Diversity in Tropical Forests. *Science*. 297 (5586), 1439.
- Rzedowski, J. (1991). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14, 3–21.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Šprajc, I. (2004). Maya Sites and Monuments in SE Campeche, México. *Journal of Field Archaeology*, 29 (3-4), 385–407.
- Sánchez Aguila, R. L. y Rebollar Domínguez, S. (1999). Deforestación en la Península de Yucatán, los retos que enfrentar. *Madera y Bosques*, 5 (2), 3–17.

- Sarukhán, J., Carabias, J., Koleff, P. y Urquiza-Haas., T. (2012). Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México
- Schulze, M. D. y Whitacre, D. F. (1999). A classification and ordination of the tree community of Tikal National Park, Petén, Guatemala. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History*, 41 (3), 169–297.
- Sosa, V., Flores, J. S., Rico-Gray, V. y Ortiz, J. J. (1985). Lista Florística y Sinonimia Maya. V. Sosa (ed.). *Etnoflora Yucatanense*. fasc. 1 (pp. 225). Xalapa, Veracruz: Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.
- Standley, P. C. (1930). Studies of American Plants—III. *Publications of the Field Columbian Museum (Botanical Series)*, 8, 1–74.
- Teran, S. y Rasmussen, C. H. (1995). Genetic diversity and agricultural strategy in 16th and present-day Yucatecan Milpa Agriculture. *Biodiversity and Conservation*, 4, 363–381.
- Trejo, I. y Dirzo, R. (2002). Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 11, 2063–2048.
- Turner, B. L. (1983). Once Beneath the Forest. Prehistoric Terracing in the Río Bec Region of the Maya Lowlands. *Human Ecology*, 13 (1), 121–127.
- Turner II, B. L., Cortina Villar, S., Foster, D., Geoghegan, J., Keys, E., Klepeis, P., Lawrence, D., Macario Mendoza, P., Manson, S. M., Ogneva-Himmelberger, Y., Plotkin, A. B., Pérez Salicrup, D., Roy Chowdhury, R., Savitsky, B., Schneider, L., Schmoock, B. y Vance, C. (2001). Deforestación en la región peninsular del sur de Yucatán: un enfoque integrador. *Forest Ecology and Management*, 154, 343–370.
- Turner II, B. L., Geoghegan, G. y Roster, D. R. (2004). *Integrated Land-Change Science and Tropical Deforestation in the Southern Yucatán*. Final Frontiers (Oxford: Oxford University Press), pp. 1–320.

- Villalobos-Zapata, G. J., y Mendoza Vega, J. (2010). La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. 730 p.
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 559–902.
- Wright, S. J. (2002). Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. *Oecologia*, 130, 1–14.
- White, D. A. y Darwin, S. P. (1995). Woody vegetation of tropical lowland deciduous forests and Mayan Ruins in the north-central Yucatan Peninsula, Mexico. *Estudios de Tulane en zoología y botánica*, 30, 1–25.
- White, D. A. y Hood, C. S. (2004). Vegetation patterns and environmental gradients in tropical dry forests of the northern Yucatan Peninsula. *Journal of Vegetation Science*, 15, 151–160.
- Velásquez, R. (1997). *Los mayas*. Culturas prehispánicas de Honduras. Editorial Graficentro. Editores Tegucigalpa, Honduras.
- Von-Gadow, K., Sánchez Orois, S. y Aguirre Calderón, O. A. (2004). Manejo forestal con bases científicas. *Madera y Bosques*, 2 (2), 3–16.
- Zamora-Crescencio, P. y Gutiérrez-Báez, C. (2012). La Vegetación leñosa del sitio arqueológico de Oxpemul, municipio de Calakmul, Campeche, México. *Polibotanica*, 33, 131–150.



## 7 Capítulos

### 7.1 Capítulo 1

**Una revisión de los estudios florísticos en la península de Yucatán, México: nomenclatura y métodos empleados para identificar su diversidad, abundancia, composición y estructura<sup>1</sup>**

**A review of floristic studies in the Yucatan peninsula, Mexico: nomenclature and methods used to identify its diversity, abundance, composition and structure**

Eduardo M. Ucan-Tucuch <sup>a</sup>, William Cetzal-Ix <sup>a,\*</sup>, Gustavo Mendoza-Arroyo <sup>a</sup>, Eliana Noguera-Savelli <sup>b</sup>, Rodrigo Duno <sup>c</sup>, Justo R. Enríquez-Nolasco <sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México*

<sup>b</sup> *Catedrática CONACYT, Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, Campeche, México*

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

\* Autor para la correspondencia (W. Cetzal-Ix)

---

<sup>1</sup> Artículo sometido a la Revista Mexicana de Biodiversidad.

### 7.1.1 Resumen

Se determinó cómo el conocimiento en las publicaciones de estudios florísticos (EF) ha cambiado a través del tiempo y cuáles han sido los métodos empleados para cuantificar la diversidad, abundancia, composición y estructura en los diferentes tipos de vegetación (TV) en la península de Yucatán (PY), México. Se utilizó el método de bola de nieve para una búsqueda exhaustiva de EF (listados florísticos (ELF) y sobre composición y estructura florística (ECEF)) para determinar el efecto de los cambios nomenclaturales en el número de taxones aceptados actualmente y los agrupamientos de EF que comparten sinonimia, mediante tres tipos de análisis multivariados (ANOSIM, NMDS y UPGMA) a través del índice de similitud Bray-Curtis. Además, se estimó la eficiencia de muestreo con los métodos empleados. Se registró un total de 82 EF en la PY (ELF = 28, ECEF = 54) con un total de 156 sitios de estudio por TV; entre los principales métodos de muestreo empleados se encuentran los cuadrantes (29), parcelas rectangulares (10) o sólo recolectas botánicas (19). Las curvas de acumulación de especies indicaron una baja eficiencia de muestreo (<80% de representatividad). Se observaron vacíos de información y con interés botánico en diversas áreas en la PY.

*Palabras clave:* Campeche; curvas de acumulación; publicaciones; Quintana Roo; tipos de vegetación

### **7.1.2 Abstract**

We determine how the knowledge in the publications of floristic studies (FS) has changed over time and what have been the methods used to quantify the diversity, abundance, composition and structure in the different types of vegetation (TV) in the Yucatan Peninsula. (YP), Mexico. Mexico. The snowball method was used for a comprehensive search of FS (floristic lists (FL) and on floristic composition and structure (FCS)) to determine the effect of nomenclatural changes on the number of currently accepted taxa and FS groupings that share synonymy, through three types of multivariate analysis (ANOSIM, NMDS and UPGMA) through the Bray-Curtis similarity index. In addition, the sampling efficiency was estimated with the methods used. A total of 82 FSs were registered in the YP (FL = 28, FCS = 54) with a total of 156 study sites per TV; among the main sampling methods used are quadrants (29), rectangular plots (10) or only botanical collections (19). Species accumulation curves indicated low sampling efficiency (<80% representativeness). Information gaps and botanical interest were observed in various areas in the YP.

*Keywords:* accumulation curves; Campeche; publications; Quintana Roo; types of vegetation.

### **7.1.3 Introducción**

A nivel Latinoamérica se ha registrado alrededor de 120 mil plantas vasculares (Toledo, 1988). En México, Rzedowski (1991) calculó la existencia de 22,800 plantas, Llorente y Ocegueda (2008) estimó 23,424, y recientemente, Villaseñor (2016) reporta 23,314 especies, ubicando al país en el cuarto lugar en número de plantas vasculares, solo por debajo de Brasil (32,000 especies), China (29,000) y Colombia (24,000). La riqueza de la flora de México se debe principalmente a que se ubica en una zona de transición entre los reinos biogeográficos Neártico y Neotropical, aunado a su fisiografía y lo variado de sus climas (Ramamoorthy et al., 1998; Williams-Linera, 2007). Rzedowski (2006) señaló que en el país están presentes todos los grandes biomas y reconoció 10 grandes tipos de vegetación; destacando entre estas, las selvas tropicales por su alta diversidad, debido a la variación en su composición específica dentro de las comunidades forestales y su ambiente físico (Chesson, 2000; Rzedowski, 1991; Wright, 2002).

La vegetación de la Península de Yucatán (conformado por los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán) (PY), se encuentra cubierta principalmente por selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y selva mediana subperennifolia, no perdiendo de vista que la flora en su repartición geográfica como organismos, no hace caso omiso a divisiones políticas del planeta, más bien con frecuencia está ligada a las delimitaciones, fisiográficas, climáticas, edáficas, etc. (Flores y Espejel, 1994; Miranda, 1958, 1963; Rzedowski, 1991, 2006). La diversidad de plantas presente en los ecosistemas de la PY, han sido descritos y registrados por múltiples autores a diferentes escalas, por ejemplo, a nivel regional por Arellano-Rodríguez et al. (2003), Durán et al. (2000), Carnevali et al. (2010) y Sosa et al. (1985); a nivel estatal por Gutiérrez-Báez (2000), Sousa y Cabrera (1983); Standley (1930); y a nivel local por Dzib-Castillo et al. (2014), Hernández-Méndez

(2017) y Rodríguez-Sánchez (2019), etc. Basado en este conocimiento previo, Villaseñor (2016) registra 2,851 taxa para la PY. Sin embargo, Duno de Stefano et al. (2018) registra un total de 168 familias, 970 géneros y 2,327 taxa para la PY, a partir de un análisis sobre la literatura publicada entre los años 2010-2017, permitiendo completar una nueva síntesis florística.

El conocimiento florístico en la PY se encuentra en constante actualización, derivado de los nuevos estudios filogenéticos y taxonómicos surgen cambios en la delimitación y circunscripción de los taxa (Duno de Stefano, 2010, 2015; Duno de Stefano, 2019). Sin embargo, estas actualizaciones nomenclaturales solamente se han evaluado como cambia en trabajos a nivel regional, no considerándose el impacto en el estado de conocimiento de los trabajos locales y estatales. Es decir, a pesar de contar con información actualizada, algunos estudios continúan usando sinónimos en especies, géneros y familias (e.g., Avilés-Ramírez et al., 2018; Rodríguez-Sánchez, 2019), lo cual, además de afectar las estimaciones del conocimiento florístico, traen consigo una problemática añadida cuando se trata de especies que pueden estar en riesgo y/o formar parte de ecosistemas o ambientes en riesgo.

Por otro lado, los estudios de flora en la PY, emplean diferentes técnicas de muestreo basados en diferentes criterios para identificar, caracterizar la vegetación y su composición. Por ejemplo, para el establecimiento de un estudio es considerado el tipo de vegetación a muestrear, el número y tamaño de las parcelas en el sitio (Gentry, 1988; Pinelo, 2000); para la representatividad del muestreo de especies arbóreas, el uso de modelos no paramétricos para la estimación de la riqueza de especies, como Chao1 y Chao2, siendo útiles para reducir o aumentar la intensidad de muestreo y así poder definir si se requiere más estudios

en la zona (Escalante-Espinosa, 2003). Al considerar una buena eficiencia en muestreos permite, enfocarse en sitios prioritarios de estudio florístico, proporcionando mejor información y mayor certidumbre en la distinción entre los tipos de vegetación para la PY. Por tal razón, el objetivo del presente trabajo fue determinar cómo ha cambiado el conocimiento florístico en los estudios publicados a través del tiempo (nombres aceptados y sinónimos) y cuáles han sido los métodos empleados para cuantificar su diversidad, abundancia, composición y estructura en los tipos de vegetación en la península de Yucatán, México.

#### **7.1.4 Materiales y métodos**

Los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán (PY) conforman parte de una provincia biótica península de Yucatán claramente definida por sus características particulares de vegetación, estructura y composición florística, así como por factores abióticos, suelo, topografía y clima (Bell, 2001; Morrone, 2014; Tuomisto et al., 2002; Rzedowski, 1979). Además, la PY se caracteriza por ser una extensa meseta de piedra caliza con geología cárstica sin una amplia variación altitudinal, menores a 350 m, que origina presencia de pocos ríos y un sistema de drenaje subterráneos con las típicas formaciones de grutas y cenotes (Miranda, 1958; Wright, 1967). Presenta un clima cálido, húmedo y altamente estacional con 6-7 meses de estación seca, con temperaturas medias anuales entre 25 y 28°C, y un gradiente de precipitaciones que disminuye de sureste (1,221 a 1,261 mm anuales) hacia el noroeste (572 a 767 mm anuales), siendo uno de los

principales factores que determinen de manera representativa cambios en la vegetación y composición florística (Carnevali, 2003; Flores y Espejel, 1994; Miranda, 1963; Orellana et al., 2003). El clima y, por lo tanto, la vegetación de la PY está influenciada por factores como la ausencia de una gran variación orográfica, el trópico de cáncer, la influencia de las Bermudas, las corrientes en chorro, ciclones tropicales durante la temporada de lluvias, frentes fríos durante los meses de invierno y la presencia de una corriente oceánica cálida en el canal de Yucatán (Orellana et al., 2003).

De acuerdo a Flores y Espejel (1994) y Miranda (1958), se puede identificar diferentes tipos de vegetación en la PY, en su mayor extensión cubierta por selvas bajas caducifolias, selvas medianas subcaducifolias y selvas medianas subperennifolias. Distribuyéndose estos tipos de vegetación a lo largo de norte a sur, así como la variabilidad de precipitación en dirección este a oeste (Miranda, 1958; Wright, 1967). Las selvas medianas subcaducifolias y medianas subperennifolias, se presentan en áreas mayores de 800 mm de precipitación anual, encontrándose como la vegetación potencial principalmente en el centro, este y sur de la PY (en Campeche y Quintana Roo) (Miranda, 1958; Rogan et al., 2011; Schmook et al., 2011). La selva baja caducifolia se encuentra generalmente en áreas con una precipitación promedio, menores a 800 mm, cubriendo grandes partes de Campeche, Quintana Roo y Yucatán (Miranda, 1958; Rogan et al., 2011; Schmook et al., 2011). Un tipo de vegetación único es la selva baja inundable, que cubre áreas bajas en la PY presentando especies resistentes a varios meses de inundación, así como condiciones de secas, alberga flora específica y crea una variedad de micronichos que incrementa la diversidad de plantas vasculares (Orchidaceae, Bromeliaceae), especializadas y restringidas

a altas temperaturas con severas sequías estacionales (Carnevali et al., 2003; Miranda, 1958).

Por otra parte, se presentan tipos de vegetación con áreas menos extensas, que están relacionadas a fenómenos o condiciones edáficas o geomorfológicas, con suelos casi permanentemente saturados tales como los tulares, dominados por agrupaciones densas de herbáceas como *Typha angustifolia* L. (Typhaceae) y los carrizales (Miranda, 1958). La vegetación de dunas costeras tiene una distribución heterogénea a lo largo de la costa yucateca, con la presencia de diferentes condiciones (suelo, nutrientes, salinidad, humedad) (Castillo y Moreno, 1998; Miranda, 1958), se distinguen diferencias significativas entre gradientes topográficos que limitan las especies que se pueden establecer, considerándose entre vegetación de playa, de dunas embrionarias y frontales, de dunas activas, de hondonadas y de dunas estabilizadas (Moreno-Casasola y Espejel, 1986). Originados por depósitos de granos de arena por acción del viento, los cuales pueden ser de origen biológico, especialmente calcáreo, por la desintegración de los arrecifes de coral y de conchas de moluscos (Flores y Espejel, 1994; Jiménez-Orocio et al., 2015). Los Petenes siendo vegetaciones con entradas de agua dulce rodeadas de vegetación de pantano, con una capa superficial rica en materia orgánica, sobre el horizonte de marga, formada a partir de la precipitación de carbonato de calcio del agua por las algas verde-azules del perifiton, estrechamente relacionadas al relieve, con la presencia de especies como *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn, *Rhizophora mangle* L, *Metopium brownei* (Jacq.) Urb. y *Manilkara zapota* (L.) P. Royen (Olmsted y Durán, 1986; Rogan et al., 2011; Schmook et al., 2011). También se presentan sabanas naturales y secundarias y tipos de vegetación no arbolada, están constituidas principalmente por la familia Poaceae, encontrándose pequeños



parches al sur de la PY, cubriendo suelos con drenaje deficiente, fangosos en la época de lluvias, pero se secan muy pronunciadamente en temporada de secas (Carnevali, 2003).

Se utilizó el método “bola de nieve” (Bernard, 2006) para analizar el conocimiento florístico, el cual consistió en una revisión de estudios publicados dentro un periodo comprendido entre 1895 y 2019 sobre estudios florísticos (EF). El método bola de nieve consiste en seleccionar una referencia de manera aleatoria, recopilando información en los buscadores académicos y revistas científicas, considerando que el muestreo crece con cada literatura encontrada, pero eventualmente se satura, es decir, no se encuentra nueva información para el estudio, se considera una revisión finalizada. Para lo anterior, se utilizaron las siguientes palabras claves en el título del estudio: composición, diversidad, estructura, flora vascular, vegetación, florística, listado florístico, en combinación con Campeche, Quintana Roo, Yucatán o Península de Yucatán.

Para clasificar los EF obtenidos de los estados de la PY, se creó una base de datos en una hoja de cálculo con las referencias seleccionadas, considerando los siguientes campos: Estado, autor (es), lugar del estudio, número de familias botánicas, géneros, especies, diversidad, superficie muestreada (ha), tipo de muestreo (Apéndice 1). Las referencias fueron divididas en dos grupos: 1) listados florísticos, incluye igual estudios con recoletas botánicas, de manera sistemáticas o aleatoria, en un área definida o no definida (ELF) y, 2) estudios cuyo objeto consistió en el levantamiento de la composición y análisis de la estructura de la vegetación, incluye también estudios que evaluaron composición, estructura, diversidad y conjuntamente recoletas botánicas de manera aleatoria realizadas en las cercanías a los sitios de muestreo (ECEP). Posteriormente, las especies citadas en cada estudio fueron capturadas en una hoja de cálculo, incluyendo el nombre científico que

ha sido utilizado en el estudio, nombre aceptado actual, indicando si es sinónimo, así como origen de distribución, nativa, endémica, naturalizada o cultivada. Adicionalmente, para determinar el número de estudios de flora que se han realizado por tipo de vegetación (TV), se creó otra base de datos espaciales con todos los estudios seleccionados, con sus sitios de muestreo, tipo de vegetación y coordenadas geográficas, los cuales fueron proyectados en una capa de vegetación de la CONABIO (1999), con el programa ArcGis 10.5 (Apéndice 2).

Los nombres aceptados y sinónimos empleados para cada taxa de los estudios seleccionados en los ELF y ECEF, se basó principalmente en Carnevali et al. (2010) y Flora Mesoamericana (Tropicos.org, 2020), así como el sistema de clasificación de la Angiosperm Phylogeny Website (APG IV, 2016). Para hacer las comparaciones cronológicas entre los estudios de cada grupo (ELF y ECEF), se calculó el porcentaje relativo de sinonimia ( $\% \text{ sinónimos} = \frac{\text{Total sinónimos} * 100}{\text{Total Especies}}$ ). Para determinar las similitudes de los estudios de cada grupo (ELF y ECEF) en compartir sinónimos identificados (considerando solamente las especies aceptadas y excluyendo especies sin sinónimos), se realizó un análisis de conglomerados mediante el índice Bray-Curtis, utilizando el método de ligamiento no ponderado UPGMA (unweighted pair-group average) (Sokal y Michener, 1958), los análisis se realizaron con el software estadístico PAST 3.0 (Hammer et al., 2001).

Para determinar si existen diferencias significativas entre los tipos de vegetación sobre la composición de todas las especies aceptadas para cada estudio y conocer las similitudes entre los ELF (estudios locales con lista florística) y ECEF (estudios locales con lista florística), se realizó un análisis de similitud ANOSIM y un análisis de escalamiento

multidimensional no métrico (NMDS); basado en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (Clarke, 1993). Asimismo, se agruparon por TV, mediante el método UPGMA. Todos los análisis se realizaron con el software estadístico PAST 3.0 (Hammer et al., 2001). Se determinó las técnicas de muestreo empleados (parcelas), para cada estudio seleccionado en la PY, considerando la forma, área de muestreo y número de unidades muestréales.

Por otra parte, las curvas de acumulación de especies para ELF y ECEF (estudios locales con lista florística) se realizó por medio de diferentes estimadores no paramétricos de riqueza de especies y distintos modelos predictivos como ACE, ICE, Chao 1, Chao 2, Jack 1, Singletons y Doubletons (Colwell y Coddington, 1994; Villarreal et al., 2006) mediante el programa EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2013). Con el fin de hacer una estimación de la eficiencia del muestreo para la PY.

Finalmente, para establecer las áreas más estudiadas e identificar áreas con vacíos de información botánica, se proyectaron las coordenadas geográficas de los sitios de muestreo donde se realizaron los ELF y ECEF en las capas de uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO (CONABIO, 1999), áreas naturales protegidas (Federal, Estatal, Municipal y privada) (SEMARNAT-CONANP, 2020), mediante el programa ArcGis 10.5.

### **7.1.5 Resultados**

Se registró un total de 28 ELF en la PY, distribuidos o clasificados según su cobertura en uno nacional, siete regionales, seis estatales y 14 locales (tabla 1, fig. 1A). En los ELF, nueve presentaron un listado florístico (LF) apoyado con material de respaldo de diferentes

herbarios, 18 tuvieron un LF basado en recolectas botánicas de campo y uno no presentó un LF (sólo indica el número de taxa basado en recolectas botánicas). Por su parte, en los ECEF se registró un total de 54 estudios, 28 realizados en Campeche, 17 en Yucatán y nueve en Quintana Roo (tabla 2, fig. 1A). En los ECEF, 38 cuentan con un LF basado en recolectas botánicas y 16 fueron excluidas por no presentar un LF (sólo indican las especies de mayor abundancia y mayor y menor diversidad) (tabla 2).

En lo que respecta a los EF en diferentes TV, se registró un total de 156 sitios de muestreo, de los cuales, 35 corresponden a ELF y 121 a ECEF (tabla 3). El mayor número de sitios de muestreo en los ECEF se encontraron en la selva mediana subperennifolia (SMSP) (50) y la selva mediana subcaducifolia (SMSC) (49); el menor número se registró en la selva baja inundable (SBI) (1) y la vegetación acuática (VA) (1) (fig. 1B); y solamente 12 estudios mencionaron puntos muestrales en diferentes TV (3 y 6) (fig. 1B).

De forma general, el mayor número de publicaciones que abordan aspectos de florística se realizó entre 2005-2019 con 55 estudios, seguido de entre 1987-2004 con 20 estudios y la menor entre 1895-1986 (91 años) con siete estudios. En cuanto a los ELF, se realizaron 21 entre 1997-2016 y siete en conjunto entre 1895-1996. En los ECEF, se realizaron 27 estudios entre 2014-2019, 14 entre 2008-2013, nueve entre 1996-2007 y cuatro entre 1983-1995 (tablas 4 y 5).

Se analizaron 27 ELF que incluyen un listado con especies y uno fue excluido por no contar con esta lista. Los ELF registraron un porcentaje máximo de 47% en sinonimia y fueron divididos en cinco intervalos, el mayor número de sinónimos se encontró en los intervalos de 0-10% y 11-20% y el menor número de sinónimos en 31-40% y 41-50% (fig. 1C). Los ELF con mayor porcentaje de sinónimos (>30%) fueron Millspaugh (1895),

Millspaugh (1896), Millspaugh (1898) y Standley (1930); y con menor porcentaje de sinónimos (5%) fueron Carnevali et al. (2010), Kantún-Balam et al. (2013) (a) y Ortiz-Díaz et al. (2014) (a) (fig. 2A).

Por otro lado, se analizaron 38 ECEF, estos corresponden a 44 listados de especies (White et al. (1995), incluyeron listados individuales para seis sitios). Los ECEF se dividieron en seis intervalos, el mayor número se registró en 2014-2019 con 20, seguido de 2008-2013 con 10, 2002-2007 con cuatro, 1990-1995 con ocho, 1983-1989 con dos y entre 1996 y 2001 no se registraron ECEF (fig. 1D). El porcentaje máximo de sinonimia registrado en ECEF fue de 30% y se dividió en seis intervalos; el mayor número se registró en 0-5% (11 ECEF) y el menor número en 26-30% (3 ECEF) (fig. 1E). El estudio con mayor porcentaje de sinónimos fue Escoto (1987) con 30%, seguido de Coronado-Ávila et al. (2015) y Guadarrama et al. (2012), con porcentaje mayor al 25%. Solo dos estudios no presentaron sinonimia, Zamora-Crescencio et al. (2015) y Vázquez Vázquez et al. (2012) (a) (fig. 2B).

En la agrupación de similitud de ELF con sinónimos, se encontraron dos grupos con más del 50% de similitud, uno conformado por Carnevali et al. (2010) y Gutiérrez-Báez et al. (2016) (b) con un 52%; y otro conformado por Arellano-Rodríguez et al. (2003), Durán et al. (2000), Standley (1930), Gutiérrez-Báez (2000), Sosa et al. (1985) y Sousa y Cabrera (1983) con un 53% (fig. 3A). Con respecto al número de sinónimos, 1,237 especies fueron empleados en alguna forma de sinónimo (basiónimo o sinónimo nomenclatural) en los ELF, de estas, 15 especies se repitieron en los ELF con un porcentaje mayor al 50% y dos especies tuvieron un porcentaje mayor al 60% en los ELF (tabla 6).

En la agrupación de similitud de ECEF con sinónimos, se analizó 42 de 44 listados de especies con sinónimos y dos sin registro de sinónimos. Se encontró cuatro grupos distintos con un índice de similitud mayor al 50%. El primer grupo, conformado por Chan-Dzul (2010) y Zamora-Crescencio et al. (2008) (a) que comparten un 51% de similitud. El segundo grupo, conformado por White et al. (1995) (a), White et al. (1995) (ab), White et al. (1995) (ad), White et al. (1995) (ac) y White et al. (1995) (ae), con un 75% de similitud. El tercer grupo, incluye a Chiquini-Heredia et al. (2017) y Esperanza-Olguín et al. (2017) con 58% de similitud. El cuarto grupo, conformado por Dzib-Castillo et al. (2014) (a) y Rodríguez-Sánchez et al. (2019), con una similitud del 59% (fig. 3B). En lo que respecta al número de sinónimos, se registró 168 especies con alguna forma de sinónimo, se encontró tres especies con un porcentaje mayor al 30% y 11 especies con un porcentaje mayor al 19% (tabla 6).

En la similitud florística por tipos de vegetación, con los 68 EF (14 ELF y 54 ECEF) se obtuvo 55 listados de especies, 11 corresponden a ELF y 44 a ECEF (White et al. (1995), incluyeron listados individuales para seis diferentes sitios). Se registró un total de 1930 especies, encontrándose 11 especies con un porcentaje de presencia mayor al 50% en los EF (tabla 7). Se encontró diferencias significativas en el análisis de similaridad ANOSIM, con  $R=0.409$  y  $P=0.001$ . Para el NMDS con distancia Bray-Curtis (fig. 5A), se muestra un Stress de 0.17, con una alta afinidad de las especies entre los tipos de vegetación de SMSP, selva mediana subcaducifolia (SMSC) y selva baja caducifolia (SBC) y poca afinidad entre los tipos de vegetación matorral de duna costera (MD), manglar (MG), selva baja inundable (SBI), duna costera (DN) y vegetación acuática (VA). El dendrograma de similitud con datos de presencia-ausencia de las especies (UPGMA), mostró cuatro grandes grupos a

partir de una similitud del 15% al 80%. Denominados G1 (MG, DN, MD, SBI), G2 (SMSP, SMSC), G3 (SMSP, SMSC, SBSC, SBC) y G4 (SB, VA) (fig. 4). El grupo 1 (G1) presentó autores como Guadarrama et al. (2012) y Guadarrama et al. (2014) (a), separándose a un nivel de similitud de 47%. Los grupos 2 y 3 (G2 y G3), partieron de un nivel de similitud del 15% incluyó a los autores Chiquini-Heredia et al. (2017), Esperanza y Martínez (2017), García-Licona et al. (2014), Zamora Crescencio et al. (2016) y Zamora Crescencio et al. (2018), dentro de estos, los listados individuales de White et al. (1995) presentaron un nivel de similitud por arriba del 60%. El grupo 4 (G4) contiene similitudes por debajo del 30%, incluye a Bonilla (2004), Ortiz-Díaz et al. (2014), Vázquez-Vásquez et al. (2012) (a) y Vázquez-Vásquez et al. (2012) (b).

Para las parcelas de muestreo empleados en la PY, se registraron 73 EF (19 ELF y 54 ECEF) que incluyen algún método de muestreo para la identificación de la diversidad, abundancia, composición o estructura de la flora; de estos, 29 utilizaron parcelas de muestreo tipo cuadrante (58.6% incluyeron parcelas de 100 m<sup>2</sup> (10 × 10 m) y 400 m<sup>2</sup> (20 × 20 m)), 10 con el tipo rectangular (60% incluyeron parcelas de 1000 m<sup>2</sup> (20 m × 50 m)), siete con el tipo circular (85.7% incluyeron parcelas de 500 m<sup>2</sup> y 1000 m<sup>2</sup>), ocho con transectos (75% incluyeron un área de 100 m<sup>2</sup> (50 × 2 m), 250 m<sup>2</sup> (50 × 5 m) y 1000 m<sup>2</sup> (100 × 10 m) y 19 con el método de recolecta botánica (fig. 5B).

En la eficiencia de muestreo, las curvas de acumulación de especies obtenidas en los 55 EF con una lista de especies (11 ELF y 44 ECEF) registró 1930 especies, el modelo predictivo ACE recuperó 2,858 especies esperadas, el modelo ICE 2886 especies, los modelos Chao 1 y Chao 2 registraron estimaciones más altas con 3077 y 3056 especies, respectivamente; el modelo Jack 1 registró la estimación más baja con 2728 especies (tabla

8). La curva de acumulación de especies observadas es poco pronunciada y se encuentra lejano a alcanzar la asíntota (fig. 5C), arrojando porcentajes menores al 80% en representatividad de la muestra, lo que indica un bajo esfuerzo de muestreo en los EF (Tabla 8).

En los lugares de especial interés botánico para la Península de Yucatán, se registró un total de 156 puntos de muestreo entre los ELF y ECEF. De las cuales 61 se localizaron en el estado de Campeche en la región norte y sur (municipios de Calakmul, Calkiní, Campeche, Hecelchakán y Tenabo), comprendiendo el ANP de Calakmul, Reserva de la Biosfera Celestún y Los Petenes. Para el estado de Quintana Roo se registró 31 puntos de muestreo en la región norte y sur, colindando con el ANP de Calakmul. El estado de Yucatán como el mejor representado, registro 64 puntos de muestreo el cual se localizan en la región sur, noreste y noroeste (ANP Reserva Estatal Biocultural del Puuc, El Palmar, Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán y Río Lagartos) (fig. 6).

#### **7.1.6 Discusión**

Como resultado de la revisión de los diferentes EF para la PY, se registraron pocos estudios entre los intervalos de años de 1895-1986 (7 EF), incrementándose gradualmente entre 1987-2004 (20 EF) y 2005-2019 (55 EF). Este aumento en el número de EF puede deberse al impacto de las conferencias de Río de Janeiro (1992) y las políticas ambientales en México que se establecieron durante los años ochenta y noventa (Micheli, 2002), las cuales destacaron la relevancia global de la biodiversidad y las estrategias para preservarla. Así como a las iniciativas para la compilación de catálogos florísticos, la creación de bases de



datos (nacionales, regionales o locales) y la publicación de estudios sobre flora (Nimis, 1996; Poldini et al., 2001).

Es importante destacar que los diferentes EF de la PY, permiten ser la base para entender la diversidad florística, tanto a nivel nacional como regional y con impacto para los diferentes estudios locales. Esto puede notarse en los estudios locales entre los intervalos de los años 1895-2010, al considerar una de las principales fuentes de consulta bibliográfica a estudios regionales como Durán et al. (2000), Ibarra-Manríquez (1995), Sosa et al. (1985), y estudios estatales como Gutiérrez-Báez (2000), Millspaugh (1895), Millspaugh (1896), Millspaugh (1898), Standley (1930) y Sousa y Cabrera (1983). En la segunda década del siglo XXI (2011-2019), existe una decadencia en la consulta de los estudios regionales y estatales realizados en el siglo XX (1895-2000), debido al constante dinamismo en la taxonomía de las especies que componen la flora, a través de actualizaciones y correcciones de los nombres científicos publicados, y la inclusión de especies nuevas (Villaseñor, 2016). Sin embargo, aún son consultados los EF del siglo pasado como Standley (1930) y Sosa et al. (1985). También los del siglo XXI, tales como Arellano-Rodríguez et al. (2003), Carnevali et al. (2010), Durán et al. (2000) y Villaseñor (2016). Es de resaltar que el estudio de Carnevali et al. (2010), fue el más consultado como base florística en la segunda década del siglo XXI, considerado como el más vigente y actualizado en su taxonomía para la flora de la PY. De la misma manera, una de las principales fuentes para la identificación de la flora en los estudios locales, fueron las colecciones del herbario de la Universidad Nacional Autónoma de México, herbario Alfredo Barrera Marín, Universidad Autónoma de Yucatán, herbario del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C, herbario etnobotánico Universidad Autónoma de

Campeche, herbario de El Colegio de la Frontera Sur (Chetumal) y el sitio web Missouri Botanical Garden (Tropicos.org, 2020).

Con respecto al porcentaje de sinónimos en los EF de la PY, muestran una forma decreciente al pasar los años a partir de la publicación de los estudios Arellano-Rodríguez et al. (2003) y Carnevali et al. (2010), notándose una estabilización en el porcentaje de sinónimos en los dos grupos evaluados (ELF y ECEF). Los ELF (locales) presentaron un menor porcentaje de sinónimos a partir del año 2000, tales como Bonilla (2004), Cáliz (2014), Kantún-Balam et al. (2013) (a) y Schultz (2005) (fig. 2A); por tomar en cuenta y como base florística en su consulta bibliográfica estudios como Arellano-Rodríguez et al. (2003) y Carnevali et al. (2010). Por su parte, los ECEF mostraron una disminución en su porcentaje de sinónimos a partir del 2010, con un porcentaje de sinónimos menor al 11%. Pero se presentó una diferencia en el porcentaje de sinónimos mayor al 11% en los estudios de Chiquini-Heredia et al. (2017) (a) (13%), Coronado-Ávila et al. (2015) (25%), García Jiménez (2017) (15%), Zamora-Crescencio y Gutiérrez Báez (2012) (a) (19%), Hernández-Méndez, (2017) (15%), Salazar Rivera et al. (2013) (a) (26), Zamora-Crescencio et al. (2011) (17%) y Guadarrama et al. (2012) (27%) (fig. 2B). Lo anterior, se relaciona al observar que los estudios con mayor porcentaje de sinónimos, en su gran mayoría no cuentan con una fuente bibliográfica base para la identificación de la flora analizada; es decir, como es el caso de los estudios regionales base con menor porcentaje de sinónimos como el de Arellano-Rodríguez et al. (2003) y Carnevali et al. (2010). De igual manera, es de considerarse que los ECEF con mayor porcentaje de sinónimos como Chiquini-Heredia et al. (2017) (a), García Jiménez (2017), Gutiérrez Báez (2012) (a) y Salazar Rivera et al. (2013) (a), se encuentran dentro del 18% de los estudios que no indican un método de

identificación de su flora o selección de un estudio base para el uso de los nombres aceptados para la flora regional.

Asimismo, los EF regionales y estatales se encuentran en constante actualización, con el descubrimiento de nuevas especies o el registro de plantas nativas o naturalizadas previamente no incluidas, esto nos permite sumar o disminuir el número de especies en la región (Ramírez, 2019). De igual manera, el constante cambio conforme se actualiza el Grupo de Filogenia de Angiospermas (APG I, II, III, IV) (APG I, 1998; APG II, 2003; APG III, 2009 y APG IV, 2016). En este sentido, Villaseñor (2016) menciona que los EF son la base florística para la comprensión de la flora, ya que promueven otros estudios florísticos y taxonómicos más completos de grupos o regiones que requieren un inventario más detallado.

Con respecto al número de especies identificadas por los cambios taxonómicos realizados (sinónimos) en la PY, es notable observar la diferencia en el número de especies registradas para los grupos analizados ELF (1,237 especies) y ECEF (168 especies). Esta diferencia entre el número de especies con sinónimo, puede estar influenciada por el método de muestreo aplicado en la recolecta botánica en los diferentes grupos reconocidos. Mostrando que los ELF para un área determinada, región o en diferentes tipos de vegetación, nos proporcionan un resultado con un mayor incremento de muestras en recolectas botánicas. En contraparte, los ECEF están basados fuertemente en la composición y estructura de la flora, considerando que el 77% de los estudios, únicamente determina el registro de plantas vasculares con un diámetro altura del pecho definido en las siguientes categorías diamétricas ( $\geq 1$  cm), ( $\geq 2$ ), ( $\geq 2.5$ ), ( $\geq 3$ ) y ( $\geq 5$ ). Como resultado, no se registra la totalidad de la diversidad florística en los sitios de muestreo empleados. De igual

manera, implica que la mayoría de los estudios sobre ECEF están publicados en los intervalos de años 2002-2019, de tal modo que utilizan como fuente bibliográfica a estudios regionales que incluyen un análisis crítico-taxonómico de las especies de la región, tales como Arellano-Rodríguez et al. (2003), Carnevali et al. (2010), Durán et al. (2000) y Gutiérrez-Báez (2000).

Por otra parte, Nimis (1996) menciona que publicaciones primarias de EF en cualquier región del mundo cuentan con información básica, es decir con un listado de especies, y estos al mismo tiempo representan un resumen crítico de la información recopilada sobre las especies de flora. Incluso, a veces los EF se presentan como floras ilustradas, listados, guías y monografías, notando que estas publicaciones son consideradas como “literatura gris”, debido a su poca disponibilidad y difusión, sin embargo, son de mucha importancia para el incremento y difusión del conocimiento botánico, el cual es sumamente relevante en campos como la ecología, conservación y genética (Corlett, 2011). Pero la confiabilidad de la literatura existente es un problema para cualquier catálogo o lista básica, que no cuente con las opiniones de expertos que ayuden aclarar las incertidumbres en las especies aceptadas; al carecer de especímenes representativos, grupos taxonómicos particulares, sinonimia o conflictos taxonómicos (Villaseñor, 2016).

Para el caso de los tipos de vegetación y eficiencia de muestreo, el análisis de ordenamiento y similitud basado en los 55 listados de especies, 11 correspondientes a ELF y 44 a ECEF, mostró una tendencia en agrupar a la SMSP, SMSC y SBC, por su gran afinidad en su composición de especies. Asimismo, el UPGMA mostró cuatro grupos establecidos por tipos de vegetación que se separan a partir de una similitud del 15% al 80%. Estas diferencias se relacionan con los tipos de vegetación descritos por Miranda

(1958), Flores y Espejel (1994) y Carnevali (2003). Al respecto, los tipos de vegetación con mayor afinidad entre sus especies son de mayor superficie en la región y, por ende, las más estudiadas (CONABIO, 1999; Flores y Espejel, 1994; Rzedowski, 2006). Por el contrario, los tipos de vegetación como MD, MG, SBI, DN y VA, fueron las menos estudiados por los diferentes autores y especialistas. Posiblemente, por ser áreas poco accesibles, considerando la limitación de tiempo y recursos que han ralentizado el trabajo en la investigación de la flora para la PY (Pérez-Sarabia et al. 2017).

En lo que respecta a los tipos de muestreo en los diferentes tipos de vegetación en la PY, se utilizan en su mayoría los métodos de unidad muestral por cuadrantes y rectangular. Mueller-Dombois y Ellenberg (2002) y Pinelo (2000) mencionan que estos dos métodos en comparación con otros, permiten tener mejor visibilidad y facilidad para definir perímetros muestrales en selvas tropicales. De igual manera, los tamaños de muestreo más utilizados en la PY, son de 100 m<sup>2</sup> (10 m × 10 m), 400 m<sup>2</sup> (20 × 20 m) y 1000 m<sup>2</sup> (20 × 50 m). En este sentido, Gallardo et al. (2005), Gentry (1982), Mueller-Dombois y Ellenberg (2002) y Pinelo (2000) sugieren que los sitios de muestreo pequeños contienen una menor variabilidad dentro de las muestras, pero una mayor inestabilidad entre muestras; mientras que sitios de muestreo grandes presentan una alta variabilidad al interior, pero baja inestabilidad entre los mismos. Entonces, se puede decir que las unidades pequeñas son aptas para bosques homogéneos y las unidades grandes para bosques heterogéneos (Gentry, 1982; Malleux, 1982; Ortiz y Carrera, 2002), siendo el caso para sus diferentes tipos de vegetación en la PY. Por lo anterior, trabajos como de Gutiérrez-Báez et al. (2011 (a), 2015, 2016), consideran en los levantamientos de muestras botánicas en los ECEF, realizar recolectas aledañas al sitio de muestreo, con el hecho de obtener un mayor número posible

de especies, con el fin determinar, enfocar y ampliar el rango de muestreo de la flora resguardada para la región.

Con respecto a los lugares de especial interés botánico, en los EF se encontró 68 sitios con algún lugar de muestreo registrado, Campeche presentó el mayor número de EF (33 sitios), seguido de Yucatán (20 sitios) y Quintana Roo (15 sitios). Sin embargo, al proyectar los 156 sitios de muestreo registrados en los estudios, el estado que presentó el mayor número de muestreos fue Yucatán (64), seguido de Campeche (61) y Quintana Roo (31). A pesar de que Campeche cuenta con el mayor número de EF, Yucatán posee el mayor número de sitios de muestreo, posiblemente se debe a la intensidad de muestreo en cada estudio, por ejemplo, Torres (2010), White et al. (1995), White et al. (2004) y Zamora Crescencio et al. (2008), tuvieron arriba de siete sitios de muestreo por estudio. De igual manera, Ortiz y Carrera (2002) mencionan que lo apropiado sería realizar un mayor número de muestreos, a pesar de que existen formas estadísticas para su determinación: considerando la relación entre la superficie a muestrear, la superficie total y la homogeneidad espacial de la variable o población a estudiarse.

Los resultados obtenidos en este estudio para Campeche difieren con lo descrito por Pérez-Sarabia et al. (2017), que mencionan que la PY cuenta con Índice de Densidad de Colección Botánica (IDCB) de 139, teniendo Campeche un IDCB bajo con 108.60, por lo tanto, considerándola como una zona prioritaria para inventarios florísticos. Sin embargo, se encontró que Campeche tuvo la mayor cantidad de EF (33 EF) y 61 sitios de muestreo, considerándose como uno de los estados mejor estudiados. Con respecto a Quintana Roo, Pérez-Sarabia et al. (2017) registraron un IDCB de 117.30, con zonas para colección botánica y estudios florísticos en su composición y estructura. Esto coincide con los

resultados encontrados, el cual indica que Quintana Roo tienen la menor cantidad de EF (15) y con menor cantidad de sitios de muestreo (31). Para Yucatán, Pérez-Sarabia et al. (2017) encontraron un IDC<sub>B</sub> de 201.25, siendo el estado mejor conocido botánicamente; esto coincide con lo registrado en este estudio, que tuvo los EF con más sitios de muestreo (64) botánicos recolectados. Es importante destacar, que los resultados encontrados en este estudio sobre los puntos de muestreo en la distribución de la flora en la región, se relacionan fuertemente a estudios de composición y estructura florística que consideran un diámetro definido para las especies y por lo tanto se ve reflejado en las recolectas botánicas y en una menor diversidad. Por lo contrario, Pérez-Sarabia et al. (2017), analizan únicamente las recolectas botánicas registradas en herbarios y estudios florísticos y como resultado una mayor diversidad botánica.

La poca eficiencia de muestreo en los diferentes EF registrados en la PY, como en el caso de Quintana Roo, posiblemente se relaciona al limitado interés de estudiar la diversidad en las distintas selvas caducifolias y subcaducifolias, así como los nichos, climáticos, edáficos locales o regionales, creando una incertidumbre para la investigación por los diferentes cambios en la composición de las áreas forestales y en la coexistencia de especies (Trejo y Dirzo, 2002; Chave, 2008). De igual manera, los cambios en la cobertura forestal son notables, al considerar estudios realizados sobre vegetación secundaria en las selvas tropicales de la PY, que han documentado cambios en su estructura y composición florística (Carreón-Santos et al., 2014; Chan Dzul, 2010; García-Licona et al., 2014; Gonzáles et al., 2002; Hernández-Ramírez y García-Mendez, 2015; López Jimenez et al., 2019; Zamora-Crescencio et al., 2011). Esto desafortunadamente influye en el conocimiento básico de la composición y estructura (diversidad, abundancia y frecuencia

de las especies) de la vegetación perturbada (Carnevali et al., 2003; Sánchez-Aguilar y Rebolgar-Domínguez, 1999; Von-Gadow et al., 2004), la cual ha recibido poca atención (Mizrahi et al., 1997; González-Iturbe et al., 2002). Sin embargo, en la región existe un gran número de estudios como los realizados en Campeche y Yucatán, aunado a lo analizado por Pérez-Sarabia et al. (2017).

Finalmente, las áreas mejor recolectadas en la PY, para el caso de Campeche se localiza la región norte y sur (municipios de Calakmul, Calkiní, Campeche, Hecelchakán y Tenabo), comprendiendo el ANP de Calakmul, Reserva de la Biosfera Celestún y Los Petenes. Para Quintana Roo, la región norte y sur (colindando con el ANP de Calakmul). Para Yucatán, la región sur, noreste y noroeste (ANP Reserva Estatal Biocultural del Puuc, El Palmar, Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán y Río Lagartos). Estas áreas son las mejor recolectadas, se relacionan fuertemente con lo previsto por Duno de Stefano et al. (2018), lo cuales mencionan que las áreas mejor recolectas botánicamente 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, 2) Quintana Roo: Chetumal y alrededores, Cozumel, Reserva de la Biosfera Sian-Ka'an y 3) Yucatán: Mérida-Progreso-Izamal, Valladolid- Chichen Itza-Tizimín, Reserva de la Biosfera Ría Lagartos.

En cuanto a las áreas con especial interés botánico, para Campeche se registra principalmente el noreste y suroeste del estado, incluyendo el ANP Laguna de términos. Para Quintana Roo se registra el centro y noreste del estado, conteniendo el ANP de Sian Ka'an, Uaymil y Santuario del Manatí y Bahía de Chetumal. En Yucatán se presenta para la parte centro y sureste del estado (municipios de Abalá hasta Yaxcabá (centro) y Buctzotz



hasta Chemax (sureste)). Esto de igual manera coincide con Duno de Stefano et al. (2018), quienes indican área con vacíos de información botánica: Tuxpeña, Candelaria, Laguna de Términos, Calichal, sabana de Jaguactal, Punta Herrero, Mahahual-Xlacak y Punto Put. Es notable observar que aún existen vacíos de información, la cual son áreas donde se deben concentrar los esfuerzos de recolección botánica y estudios de composición y estructura florística. De igual manera, contemplar estudios que comparen estos ecosistemas y proporcionen información sobre la modificación de la composición de especies y su diversidad dentro de la misma región geográfica.

#### **7.1.7 Agradecimientos**

El primer autor agradece a la beca CONACYT 2018-000068-02NACF para estudios de posgrado. El segundo autor agradece al proyecto Fordecyt-Pronaces 18/2020 por el financiamiento otorgado. WCI agradece al proyecto Consolidación de la Unidad de Conservación de Flora Nativa de la Península de Yucatán: estrategia para integrar y promover el conocimiento etnobotánico con fines de investigación, formación de recursos humanos, conservación, uso y manejo sustentable FORDECYT-PRONACES/18/2020 (Proyecto: 0000000000304952). ENS agradece al proyecto Cátedras Conacyt # 364 Reconversión productiva sustentable para el desarrollo de los productores rurales de Campeche.

### 7.1.8 Referencias

- Albor Pinto, C., Tun Garrido, J. y Ortiz Díaz, J. J. (2017). Diversidad, estructura y afinidades florísticas de un bosque temporalmente inundable de la Península de Yucatán. *Revista de Biología Tropical*, 65, 868–880.
- Angiosperm Phylogeny Group [APG]. (1998). An ordinal classification for the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 85, 531–553.
- Angiosperm Phylogeny Group [APG] II. (2003). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141, 399–436.
- Angiosperm Phylogeny Group [APG] III. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 105–121.
- Angiosperm Phylogeny Group [APG] IV. (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.
- Arellano-Rodríguez, J. A., Flores-Guido, J. S., Tun-Garrido, J. y Cruz-Bojórquez, M. M. (2003). Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense* 20, 1–815.
- Avilés-Ramírez, G. A., Candelaria-Martínez, B., Sandoval-Gío, J. J., Chan-Uc, D. M., Chan-Coba, J. G., Medina-García, M. y Rodríguez-Ávila, N. L. (2018). Diversidad florística de un ecosistema de franja costera en Campeche, México. *Ecosistemas*, 27, 123–129

- Báez-Vargas, A. M., Esparza-Olguín, L., Martínez-Romero, E., Ochoa-Gaona, S., Ramírez-Marcial, N. y González-Valdivia, N. A. (2016). Efecto del manejo sobre la diversidad de árboles en vegetación secundaria en la reserva de la biosfera de Calakmul, Campeche, México. *Biología Tropical*, 65, 41–53.
- Bell, G. (2001). Macroecología neutra. *Science*, 293, 2413–2418.
- Bernard, H. R. (2006). *Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches*. 4th ed. Alta Mira Press. American National Standard for Information Sciences-Permanence of Paper for Printed Library Materials, ANSI/NISO Z39.48–1992.
- Bonilla B, J. R. (2004). Flora acuática vascular del área focal Felipe Carrillo Puerto, Corredor Biológico Sian Ka'an-Calakmul, Quintana Roo, México. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. Y025. México D. F. (Edición digital: CONABIO 2006).
- Cálix D, H. (2014). Vegetación de humedales en áreas de turismo de aventura en la zona Maya de México. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 4, 88–103.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (1999). Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO, escala 1:1000000. Publicación 11-05-2008. Recuperado el 20 noviembre, 2020 de:  
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP (2020). Información espacial de las Áreas Naturales Protegidas. Recuperado el 10 Septiembre, 2020 de:  
[http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info\\_shape.htm](http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info_shape.htm)

- Campos-Ríos, M. G. y Chiang-Cabrera, F. (2006). Una revisión nomenclatural de los tipos de plantas de la península de Yucatán, México. *Polibotánica*, 22, 89–149.
- Carnevali Fernández-Concha, G., Tapia-Muñoz, J. L., Duno de Stefano, R. y Ramírez-Morillo, I. M. (2010). *Flora ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico*. Mérida: Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
- Carnevali, G., Ramírez-Morillo, I. y González-Iturbe, J. A. (2003). Flora y vegetación de la Península de Yucatán. En: P. Colunga García-Marín y Larqué-Saavedra A. (Eds.), *Naturaleza y Sociedad del Área Maya: Pasado, Presente y Futuro*, (pp. 53-68). Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida
- Carreón-Santos, R. J. y Valdez-Hernández, J. I. (2014). Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 20, 119–130.
- Castillo S, A. y Moreno-Casasola, P. (1998). Análisis de la flora de dunas costeras del litoral Atlántico de México. *Acta Botánica Mexicana*, 45, 55–80.
- Ceccon, E., Olmsted, I., Vázquez-Yanes, C. y Campo-Alves, J. (2002). Vegetation and soil properties in two tropical dry forests of differing regeneration status in Yucatan. *Agrociencia*, 36, 621–631.
- Chan-Dzul, A. M. (2010). *Diversidad florística y funcional a través de una cronosecuencia de la selva mediana subperennifolia en la zona de influencia de la reserva de la biosfera de Calakmul, Campeche, México*. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

- Chave, J. (2008). Spatial variation in tree species composition across tropical forests: pattern and process. En: W. P. Carson y Schnitze S. A. (Eds.), *Tropical forest community ecology* (pp. 11–30). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Chesson, P. (2000). General theory of competitive coexistence in spatially-varying environments. *Theoretical Population Biology*, 58, 211–237.
- Chiquini-Heredia, W., Esparza-Olguín, L., Peña-Ramírez, Y., Maya-Martínez, A. y Martínez-Romero, E. (2017). Estructura y diversidad en selva inundable al centro y sur de Calakmul. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4, 511–524.
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18, 117–143.
- Colwell, R. K. y Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences (Series b)*, 345, 1311.
- Colwell, R. K. (2013). EstimateS 9.1.0. Statistica Estimation of Species Richness and Shared Species for Samples. Recuperado el 10 agosto, 2020 de: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- Corlett, R. T. (2011). Trouble with the gray literature. *Biotropica*, 43, 3–5.
- Coronado Avila, A. del S., Castro Pérez, J. M. y Torres Lara, R. (2015). Estructura del estrato arbóreo circundante de un cenote, Km 37 carretera Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, México. *Teoría y Praxis*, 19, 45–63.
- Cortés-Castelán, J. C. y Islebe, G. A. (2003). Influencia de factores ambientales en la distribución de especies arbóreas en las selvas del sureste de México. *Revista de Biología Tropical*, 53, 115–133

- Díaz Gallegos, J., Castillo Acosta, O. y García Gil, G. (2002). Distribución espacial y estructura arbórea de la selva baja subperennifolia en un ejido de la reserva de la biosfera Calakmul, Campeche, México. *Universidad y Ciencia*, 18, 11–28.
- 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. y Cetzal-Ix, W. R. (2019). Perdimos un amigo, pero ganamos cuatro: las acacias de la península de Yucatán, México. *Desde el Herbario CICY*, 11, 7–13
- Duno de Stefano, R., Ramírez Morillo, I., Tapia-Muñoz, J., Hernández-Aguilar, S., Lorena-Can, L., Cetzal-Ix, W. y Carnevali Fernández-Concha, G. (2018). Aspectos generales de la flora vascular de la Península de Yucatán Mexicana. *Botánica Sciences*, 96, 515–532.
- Durán, R., Campos, G., Trejo, J. C., Simá, P., May-Pat, F. y Juan-Qui, M. (2000). *Listado florístico de la Península de Yucatán*. Mérida, Yucatán: Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
- Durán, R., Tun, F., Méndez, M., Sima, P. y Juan-Qui, M. (1997). Listado Florístico de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- Durán, G. R. (1995). Diversidad florística de los Petenes de Campeche. *Acta Botánica Mexicana*, 31, 73–84.

- Dupuy, J. M., Hernández-Stefanoni, J. L., Hernández-Juárez, R. A., Tetetla-Rangel, E., López-Martínez, J. O., Leyequién- Abarca, E., Tun-Dzul, F. J. y May-Pat, F. (2011). Patterns and correlates of tropical dry forest structure and composition in a highly replicated chronosequence in Yucatán, Mexico. *Biotropica*, 44, 151–162.
- Dzib-Castillo, B., Chanatásig-Vaca, C. y González-Valdivia, N. A. (2014). Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 167–178.
- Echeverría R, F., Arreola E, J., Esparza O, L., Morales R, V. y López T, J. (2014). Análisis de la composición y estructura de la selva mediana subperennifolia del ejido Pachuitz, Hopelchén, Campeche. México. *Foresta Veracruzana*, 16, 1–10.
- Escalante-Espinosa, T. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: ciencia y cultura*, 52, 53–56.
- Escoto P, J. C. (1987). *Estudio florístico-sinecológico de una selva mediana subperennifolia en la parte central de Quintana Roo*. Tesis Licenciatura. Universidad de Guadalajara.
- Esperanza-Olguín, L.G. y Martínez-Romero, E. (2017). Diversidad y carbono almacenado en el área forestal permanente de Álvaro Obregón, Calakmul, Campeche. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9, 152–186.
- Flores, J. S. y Espejel, M. I. (1994). Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. En: J. S. Flores (Ed.), *Etnoflora Yucatanense* (pp. 1–135). Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.

- Gallardo-Cruz, J. A., Meave, J. A. y Pérez García, E. A. (2005). Estructura y composición y diversidad de la selva baja caducifolia del cerro Verde, Nizanda (Oaxaca), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 76, 19–35
- García-Jiménez, L. M. (2017). *Diversidad y estructura de especies leñosas en dos condiciones de selva mediana subperenifolia en Escárcega Campeche*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila.
- García-Licona, J., Esparza-Olguín, L. y Martínez-Romero, E. (2014). Estructura y composición de la vegetación leñosa de selvas en diferentes estadios sucesionales en el ejido el Carmen II, Calakmul, México. *Polibotánica*, 38, 1–26.
- Gentry, A. H. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75, 1-34.
- González I, J. A., Olmsted, I. y Tun-Dzul, F. (2002). Tropical dry forest recovery after long term Henequen (sisal, *Agave fourcroydes* Lem.) plantation in northern Yucatán, México. *Forest Ecology and Management*, 167, 67–82.
- Merediz, G. A. (2003). Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Coordinador de proyectos Amigos de Sian Ka'an A.C., Cancún, Quintana Roo, México.
- Guadarrama, P., Ramos Zapata, J., Salinas Peba, L., Hernández Cuevas, L. y Castillo-Argüero, S. (2012). La vegetación de dunas costeras y su interacción micorrícica en Sisal, Yucatán: una propuesta de restauración. En: Sánchez A. J., Chiappa-Carrara X. y Brito P. R. (Eds.), *Recursos acuáticos costeros del sureste* (pp. 159-180), Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica, CONACyT-Gobierno del estado de Yucatán, Mérida.



- Guadarrama, P., Salinas-Peba, L., García-bielma, M., Endañú-Huerta, E., Hernández-Cortés, J., y Ramos-Zapata J. A. (2014). Nota sobre la florística y estado de conservación de remanentes de vegetación pionera de duna costera de isla del Carmen, Campeche, México. *Botanical Sciences*, 92, 453–456.
- Guadarrama, P., Salinas-Peba, L., Chiappa-Carrara, X. y Ramos-Zapata, J. A. (2018). Florística, composición y estructura de las comunidades vegetales de la porción occidental de la reserva estatal ciénegas y manglares de la costa norte de Yucatán. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89, 784–805.
- Gutiérrez-Báez, C. (2000). *Listado Florístico actualizado del Estado de Campeche, México*. Campeche: Universidad Autónoma de Campeche.
- Gutiérrez Báez, C. (2006). Lista de especies de plantas acuáticas vasculares de la península de Yucatán, México. *Polibotánica*, 21, 75–87
- Gutiérrez-Báez, C., Folan, W., Folan, L., Gallegos, S. y Zamora-Crescencio, P. (2017). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de Imí, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 19, 1–8.
- Gutiérrez-Báez, C., Ortiz-Díaz, J. J., Flores-Guido, J. S., Zamora-Crescencio, P., Domínguez, C., Domínguez Carrasco, M. y Villegas, P. (2011). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de Nohalal-Sudzal Chico, Tekax, Yucatán, México. *Foresta Veracruzana*, 13, 7–14.
- Gutiérrez-Báez, C., Pech-Chan, S., Noriega-Trejo, R. y Zamora-Crescencio, P. (2018). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de San Antonio Cayal, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 2, 1–10.

- Gutiérrez-Báez, C. y Zamora-Crescencio, P. (2012) (b). Especies leñosas de la selva baja caducifolia de Xmatkuil, Yucatán, México. *Foresta Veracruzana*, 14, 9–14.
- Gutiérrez-Báez, C., Zamora-Crescencio, P. y Cabrera-Mis, G. G. (2015). Estructura y composición florística de la selva mediana subperennifolia de Jaina, Hecelchakán, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 17, 17–26.
- Gutiérrez-Báez, C., Zamora-Crescencio, P. y Cabrera-Mis, G. G. (2016) (a). Estructura y composición florística de la selva mediana subperennifolia El Remate, Calkiní, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 18, 1–12
- Gutiérrez Báez, C., Zamora-Crescencio, P. y Hernández-Mundo, S. C. (2012) (a). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de mucuychacán, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 14, 9–16.
- Gutiérrez-Báez, C., Zamora-Crescencio, P. y Hernández-Mundo, S. C. (2014). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de San Agustín Olá, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 16, 17–24.
- Gutiérrez-Báez, C., Zamora-Crescencio, P. y Puc-Garrido, E. C. (2013). Estructura y composición florística de la selva mediana subperenifolia de Hampolol, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 15 (1), 1–8.
- Gutiérrez Báez, C., Zamora-Crescencio, P. y Villegas, P. (2016) (b). Listado florístico del municipio de Campeche, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 18, 1-16.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 1–9.

- Hernández-Méndez, J. R. (2017). *Estructura y diversidad de especies en dos localidades de selva mediana subperennifolia en el ejido la Lucha, Quintana Roo*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila.
- Hernández-Ramírez, A. M. y García-Méndez, S. (2015). Diversidad, estructura y regeneración de la selva tropical estacionalmente seca de la Península de Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical*, 63, 603–616.
- Ibarra-Manríquez, G., Villaseñor, J. y García-Durán, R. (1995). Species richness and endemism of trees of Yucatan Peninsula, Mexico. *Botanical Sciences*, 57, 49–77
- Instituto Mexicano De Tecnología Del Agua (IMTA) (1983). La flora más representativa del oriente de Yucatán) sus usos e importancia. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua.
- Jiménez-Orocio, O., Espejel, I. y Martínez, M. L. (2015). La investigación científica sobre dunas costeras de México: origen, evolución y retos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 486–507.
- Kantún-Balam, J., Salvador-Flores, J., Tun-Garrido, J., Navarro-Alberto, J., Arias-Reyes, L. y Martínez-Castillo, J. (2013). Diversidad y origen geográfico del recurso vegetal en los huertos familiares de Quintana Roo, México. *Polibotánica*, 36, 163–196.
- Llorente, B. J. y Ocegueda, S. (2008). Estado del conocimiento de la biota. *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- López-Jiménez, L. N., Durán-García, R. y Dupuy-Rada, J. M. (2019). Recuperación de la estructura, diversidad y composición de una selva mediana subperennifolia en Yucatán, México. *Madera y Bosques*, 25, 1–17.

- López-Martínez, J., Sanaphre-Villanueva, L., Manuel Dupuy, J., Hernández-Stefanoni, J. L., Meave, J. A. y Gallardo-Cruz, J. A. (2013).  $\beta$ -Diversity of functional groups of woody plants in a tropical dry Forest in Yucatan. *PLoS ONE*, 8, e73660.
- Malleux, J. (1982). Inventarios forestales en bosques tropicales. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Martínez, E., Sousa, S. y Ramos A, CH. (2001). Listados Florísticos De México; XXII. Región De Calakmul, Campeche. Primera edición. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mendoza Arroyo, G. E. (2016). Inventario florístico y entomofaunístico en tres objetos de conservación ecosistémicos en las zonas núcleo de las reservas estatales de Balam-kú y Balam-kin, Campeche. Informe final del Proyecto JF128. Secretaría de Educación Pública, Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche.
- Mendoza-Arroyo, G. E., Navarro-Martínez, A., Ochoa-Gaona, S. y Van der Wal, H. (2011). Arquitectura arbórea y desarrollo del bosque de *Guaiacum sanctum* L. en Balam-kin, Campeche, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 7, 215–224.
- Micheli, J. (2002). Política ambiental en México y su dimensión regional. *Región y sociedad*, 14, 131–170.
- Millspaugh, C. F. (1895). Contribution to the flora of Yucatán. *Publications of the Field Columbian Museum (Botanical series)*, 1, 1–56.
- Millspaugh, C. F. (1896). Contribution II to the coastal and plain flora of Yucatán. *Publications of the Field Columbian Museum (Botanical series)*, 1, 278–339.

- Millspaugh, C. F. (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 1864-66, and Mr. Witmer Stone in 1890 *Publications of the Field Columbian Museum (Botanical series)*, 1, 345–397.
- Miranda F. (1958). Estudio acerca de la vegetación de la Península de Yucatán. En: E. Beltrán (Ed.), *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento, Vol. II* (pp. 215–271). Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, D.F
- Miranda, F. y Hernández X, E. (1963). Los tipos de Vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, 29–179.
- Mizrahi, A., Ramon P. J. M. y Jiménez-Osornio, J. (1997). Composition, structure, and management potential of secondary dry tropical vegetation in two abandoned henequen plantations of Yucatan, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 96, 273–282
- Moreno-Casasola, P. y Espejel, I. (1986). Classification and ordination of coastal sand dune vegetation along the Gulf and Caribbean Sea of Mexico. *Vegetatio*, 66, 147–182.
- Morrone, J. J. (2014). Biogeográfica regionalización de la región neotropical. *Zootaxa*, 3782, 001–110.
- Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. (2002). *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Nueva York: John Willer and Sons.
- Nimis, P. L. (1996). Towards a checklist of Mediterranean lichens. *Bocconea*, 6, 5–17.
- Olmsted, I., y Durán, R. (1986). Aspectos ecológicos de la selva baja inundable de la reserva de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. *Biótica*, 11, 151–179.

- Orellana, R., Islebe, G. A. y Espadas, C. (2003). Presente, pasado y futuro de los climas de la península de Yucatán. En: P. Colunga-García Marín, Larque-Saavedra A. (Eds.), *Naturaleza y sociedad en el área maya* (pp. 37–52). México: Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida.
- Ortiz-Díaz, J. J., Tún-Garrido, J., Arnelas-Seco, I. y García-Gil, G. (2014). Flora fanerogámica de dos enclaves de sabana de la península de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 665–676.
- Ortiz, E. y Carrera, F. (2002). Muestreo en inventarios forestales. En: L. Orozco y Brumér, C. (Eds.), *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América central* (pp. 99–117). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Palacio A, A. G., Noriega Trejo, R. y Zamora-Crescencio, P. (2002). Caracterización físico-geográfica del paisaje conocido como "bajos inundables". El caso del Área Natural Protegida Balamkín, Campeche. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 49, 57–73
- Pérez-Sarabia, J. E., Duno de Stefano, R., Carnevali Fernández-Concha, G., Ramírez Morillo, I., Méndez-Jiménez, N., Zamora-Crescencio, P., Gutiérrez-Báez, C., y Cetzal-Ix, W. (2017). El conocimiento florístico de la península de Yucatán, México. *Polibotánica*, 44, 39–49
- Pinelo Morales, G. I. (2000). Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

- Poldini, L., Oriolo, G. y Vidali, M. (2001). Vascular flora of Friuli-Venezia Giulia. An annotated catalogue and synonymic index. *Studia Geobotanica*, 21, 3–227
- Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A. y FA, J. (1998). *Diversidad Biológica de México: Orígenes y distribución*. México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramírez M, I. M. (2019). La flora de la península de Yucatán: ¿diversa? ¿bien conocida? ¿protegida? no, no y ¿no? *Desde el Herbario*, 11, 130–137.
- Rodríguez-Sánchez, P. V., Levy, S. I., Ramírez-Marcial, N. y Estrada-Lugo, E. (2019). Análisis comparativo de la vegetación de fundo legal y la vegetación madura en el poblado de Yaxcabá, Yucatán, México. *Botanical Sciences*, 97, 50–64.
- Rogan, J., Schneider, L., Christman, Z., Millones, M., Lawrence, D. y Schmook, B. (2011). Hurricane disturbance mapping using MODIS EVI data in the southeastern Yucatán, Mexico. *Remote Sensing Letters*, 2, 259–267.
- Rzedowski J, Rzedowski, G. C de. (1979). *Flora fanerogámica del Valle de México*. Vol. 1. México: Compañía Editorial Continental.
- Rzedowski, J. (1991). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14, 3–21.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Sánchez-Aguilar, R. y Rebollar-Domínguez, S. (1999). Deforestación en la Península de Yucatán, los retos que enfrentar. *Madera y Bosques*, 5, 3–17.

- Salazar Rivera, Y. I. (2013). *Estructura y composición de un área restaurada que invadida por helechos (*Pteridium aquilinum*, (L.) Kuhn), en el Ejido Laguna Om*. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Quintana Roo.
- Sánchez Sánchez, O., Islebe, G. y Valdez-Hernández, M. (2007). Flora arbórea y caracterización de gremios ecológicos en distintos estados sucesionales de la selva mediana de Quintana Roo. *Foresta Veracruzana*, 9, 17–26.
- Schmook, B. (2005). Uso y monitoreo de los recursos naturales en el Corredor Biológico Mesoamericano (áreas focales Xpujil-Zoh Laguna y Carrillo Puerto). Subproyecto Acahual, En: M. C. Pozo de la Tijera, y Calmé S. (Comp.). *El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal. Informe final Acahual SNIB-CONABIO BJ002*. México D. F.
- Schmook, B., Dickson, R. P., Sangermano, F., Vadjunec, J. M., Eastman, J. R., y Rogan, J. (2011). A step-wise landcover classification of the tropical forests of the Southern Yucatan, Mexico. *International Journal of Remote Sensing*, 32, 1139–1164.
- Sokal, R. y Michener, C. (1958). A statistical method for evaluating systematic relationships. *University of Kansas Scientific Bulletin*, 28, 1409–1438.
- Sosa, V., Flores, J. S., Rico-Gray, V. y Ortiz, J. J. (1985). Lista Florística y Sinonimia Maya. V. Sosa (ed.). *Etnoflora Yucatanense*. fasc. 1 (pp. 225). Xalapa, Veracruz: Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.
- Sousa S, M. y Cabrera C, E. F. (1983). *Listados Florísticos de México. II. Flora De Quintana Roo* (pp 1–100). México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Schultz, G. (2005). Vascular flora of the el edén ecological reserve, Quintana Roo, Mexico. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 132, 311–322.



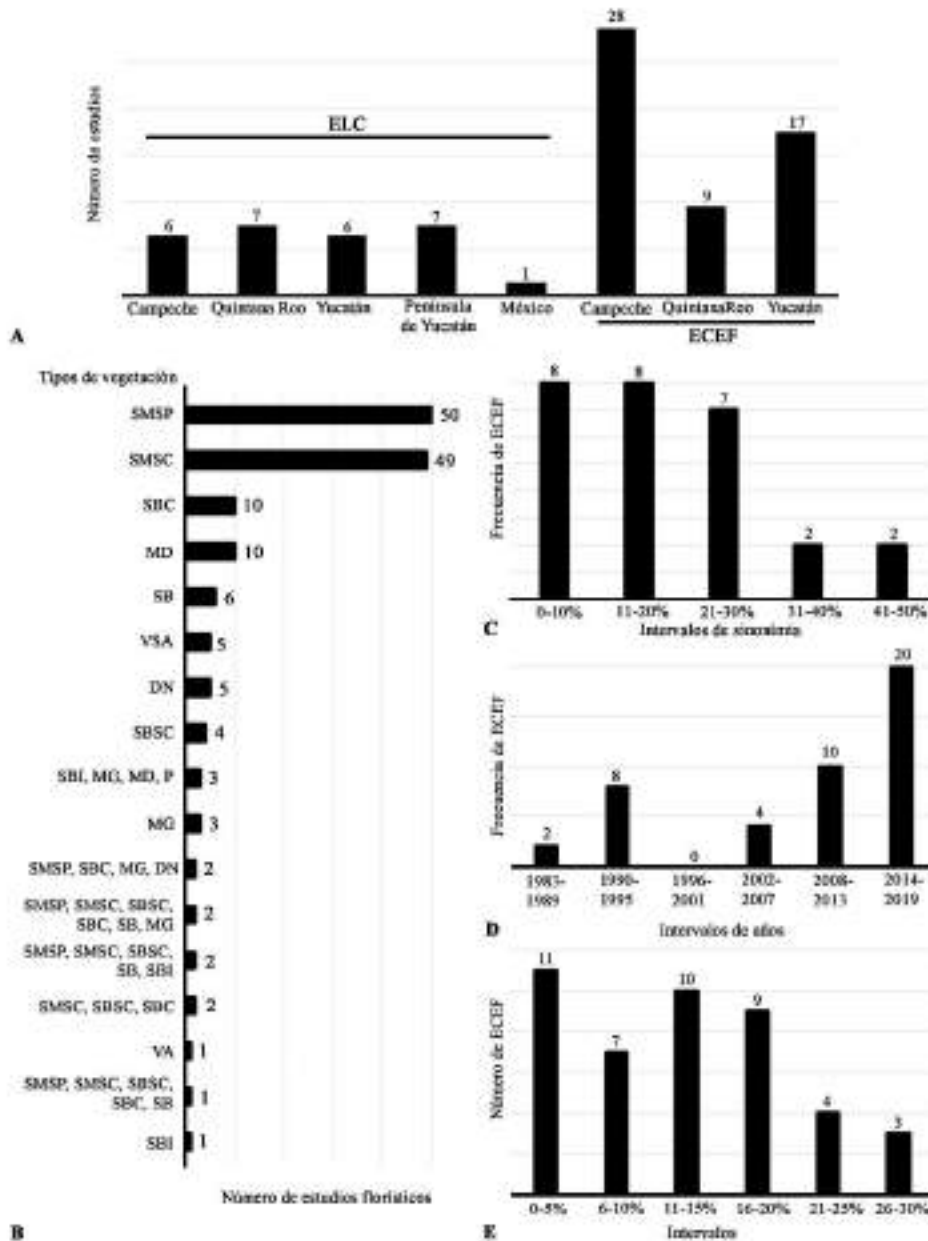
- Standley, P. C. (1930). Studies of American Plants—III. *Publications of the Field Columbian Museum (Botanical Series)*, 8, 1–74.
- Tadeo-Noble, A. E., Valdez-Hernández, J. I., Beltrán-Rodríguez, L. B., y García-Moya, E. (2019). Efecto del aprovechamiento forestal sobre la estructura y diversidad arbórea en selvas tropicales de Quintana Roo, México. *Bosque*, 40, 129–140.
- Toledo, V. M. (1988). La diversidad biológica de Latinoamérica: un patrimonio amenazado. *Ambiente y Desarrollo*, 4, 13–24.
- Torres, W., Méndez, M., Dorantes, A. y 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.
- Trejo, I. y Dirzo, R. (2002). Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 11, 2063–2048.
- Tropicos.org (2020) Missouri Botanical Garden. Recuperado en enero 2020 de:  
<http://www.tropicos.org>
- Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Poulsen, A. D, Moran, R. C, Quintana, C., Canas, G. y Celi, J. (2002). Distribution and Diversity of Pteridophytes and Melastomataceae along Edaphic Gradients in Yasuni National Park, Ecuadorian Amazonia. *Biotropica*, 34, 516–533.
- Vázquez-Vázquez, C., Ortiz-Díaz, J. J. y Tun-Garrido, J. (2012) (a). Estructura y composición florística de las sabanas de Xmabén, Campeche, México. *BioAgrociencias*, 5, 4–12.

- Vázquez-Vázquez, C., Ortiz-Díaz, J. J., Tun-Garrido, J. y García-Gil, G. (2012) (b). Flora vascular de las sabanas de Xmabén, Hopelchén, Campeche, México. *Polibotánica*, 34, 1–19.
- Vester H, F.M. (2002). Modelos arquitectónicos en la flora arbórea de la Península de Yucatán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 71, 45–57.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdova, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, M., Ospina, H., y Umaña, A. M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt.
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 559–902
- Von-Gadow, K., Sánchez-Orois, S. y Aguirre-Calderón, O. A. (2004). Manejo forestal con bases científicas. *Madera y Bosques*, 10, 3–16.
- Williams-Linera, G. (2007). *El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático*. Xalapa, Veracruz, México: Instituto de Ecología: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- White, D. A. y Darwin, S. P. (1995). Woody vegetation of tropical lowland deciduous forest and mayan ruins in the north-central Yucatan Peninsula, Mexico. *Tulane Studies in Zoology and Botany*, 30, 1–25.
- White, D. A. y Hood, C. S. (2004). Vegetation patterns and environmental gradients in tropical dry forests of the northern Yucatan Peninsula. *Journal of Vegetation Science*, 15, 151–160.

- Wright, S. J. (2002). Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. *Oecologia*, 130, 1–14.
- Zamora Crescencio, P. (2003). Contribución al estudio florístico y descripción de la vegetación del municipio de Tenabo, Campeche, México. *Polibotánica*, 15, 1–40.
- Zamora Crescencio, P., García Gil, G., Flores Guido, J. y Javier Ortiz, J. (2008). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en el sur del Estado de Yucatán, México. *Polibotánica*, 26, 33–66.
- Zamora-Crescencio, P. (2011). Composición florística y estructura de la vegetación secundaria en el norte del estado de Campeche, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 89, 27–35.
- Zamora-Crescencio, P. y Gutiérrez-Báez, C. (2012). La vegetación leñosa del sitio arqueológico de Oxpepul, Municipio De Calakmul, Campeche, México. *Polibotánica*, 33, 131–150.
- Zamora-Crescencio, P., Mas, J. F., Rico-Gray, V., Domínguez-Carrasco, M., Villegas, P., Gutiérrez-Báez, C. y Barrientos-Medina, R. (2015). Composición y estructura arbórea de petenes en la Reserva de la Biosfera de los Petenes, Campeche, México. *Polibotánica*, 39, 1–19.
- Zamora-Crescencio, P., Gutiérrez Báez, C., Villega, P., Domínguez Carrasco, M. y Barrientos-Medin, R. C. (2016). Composición y estructura del componente arbóreo de la vegetación secundaria en Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 18, 17–24.
- Zamora-Crescencio, P., Rico-Gray, V., Ramírez-Medina, L. N. G., Barrientos-Medina, R. C., Plasencia Vázquez, A. H., Villegas, P., Domínguez-Carrasco, M. del R., y

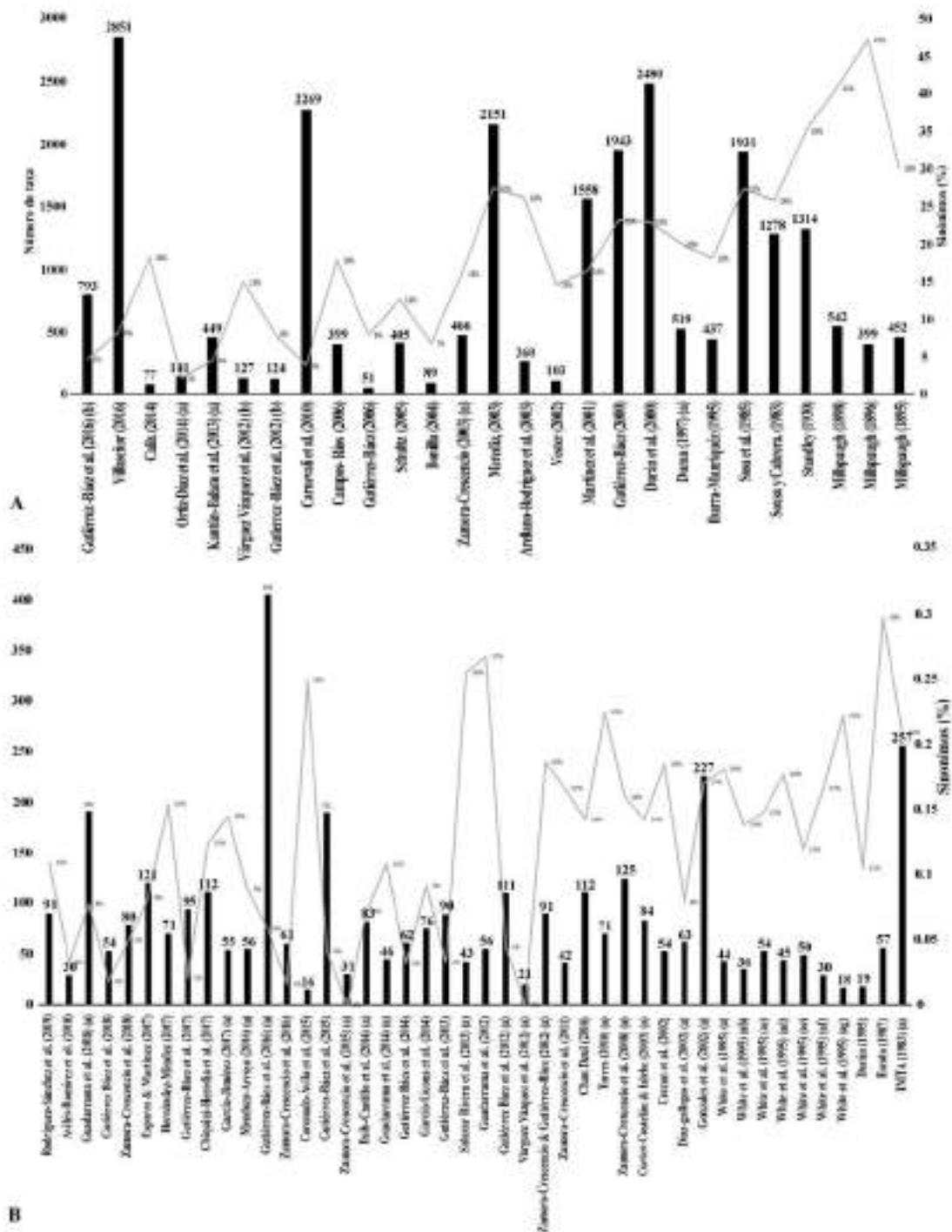
Gutiérrez-Báez, C. (2018). Composición y estructura de la vegetación secundaria en Bethania, Campeche, México. *Polibotanica*, 45, 57–74.

FIGURAS

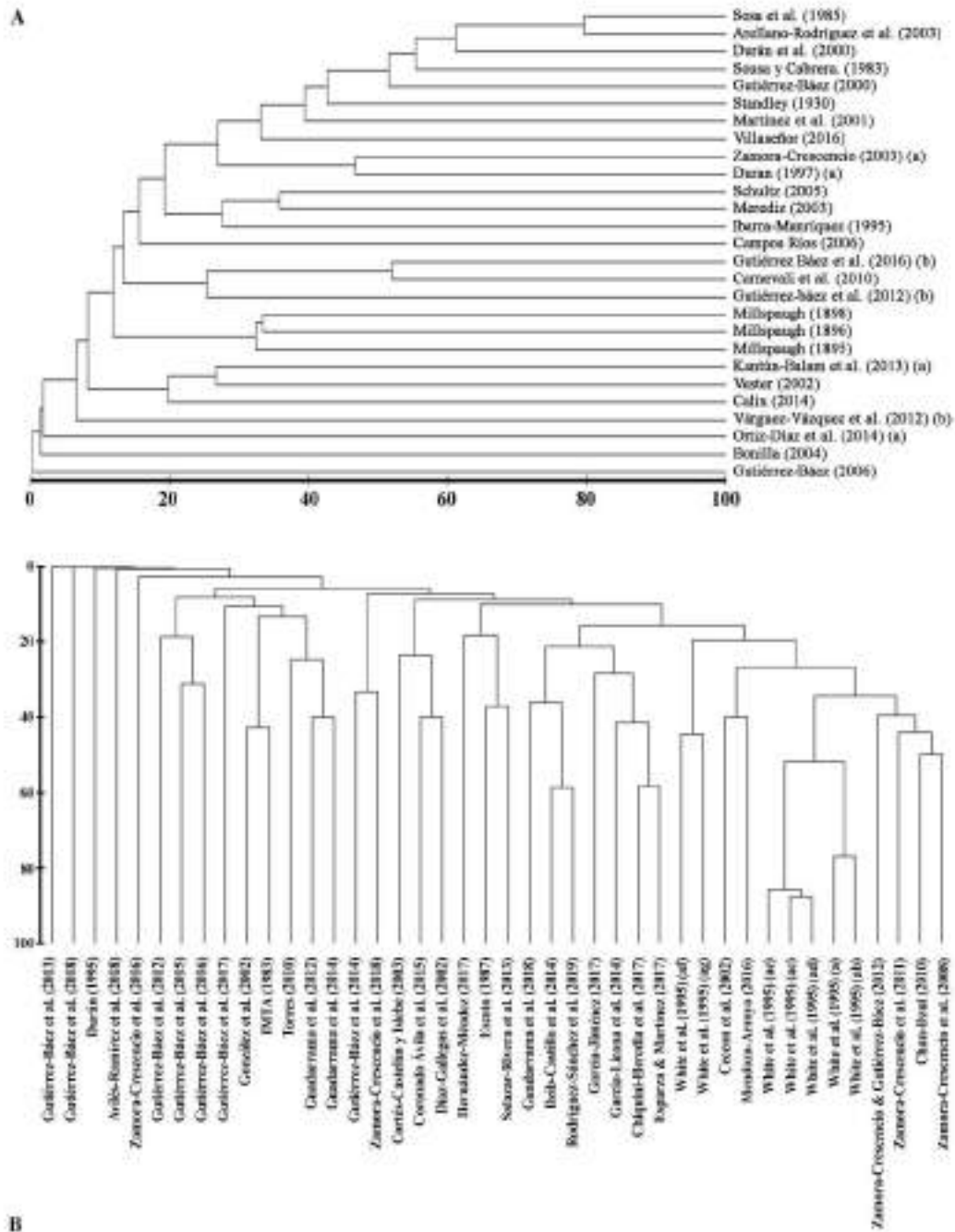


**Figura 1.** Numero de estudios sobre listados florísticos (EF) y estudios sobre composición y estructura florística (ECEF) encontrados en la Península de Yucatán (A). Numero de los levantamientos florísticos en función de los tipos de vegetación para la Península de Yucatán. (Tipos de vegetación: SMSP: Selva mediana subperennifolia, SMSC: Selva mediana subcaducifolia, SBC: Selva mediana subcaducifolia, SBSC: Selva baja subcaducifolia, SBI: Selva baja inundable, VSA: Vegetación secundaria, VA: Vegetación Acuática, MG:

Manglar, DN: Duna costera, MD: Matorral Duna Costera y SB: Sabana) (B). Intervalos de porcentaje de sinónimos encontrados en los estudios de listados florísticos (ELF) ((C). Numero de estudios sobre los levantamientos de la composición y estructura florística (con lista de especies) realizados por intervalos de años (1983-2019) (ECEEF=Estudios sobre el Levantamiento de la Composición y Estructura Florística) (D). Intervalos de porcentaje de sinónimos de los diferentes estudios sobre el levantamiento de la composición y estructura florística. (ECEEF=Estudios sobre el Levantamiento de la Composición y Estructura Florística) (E).

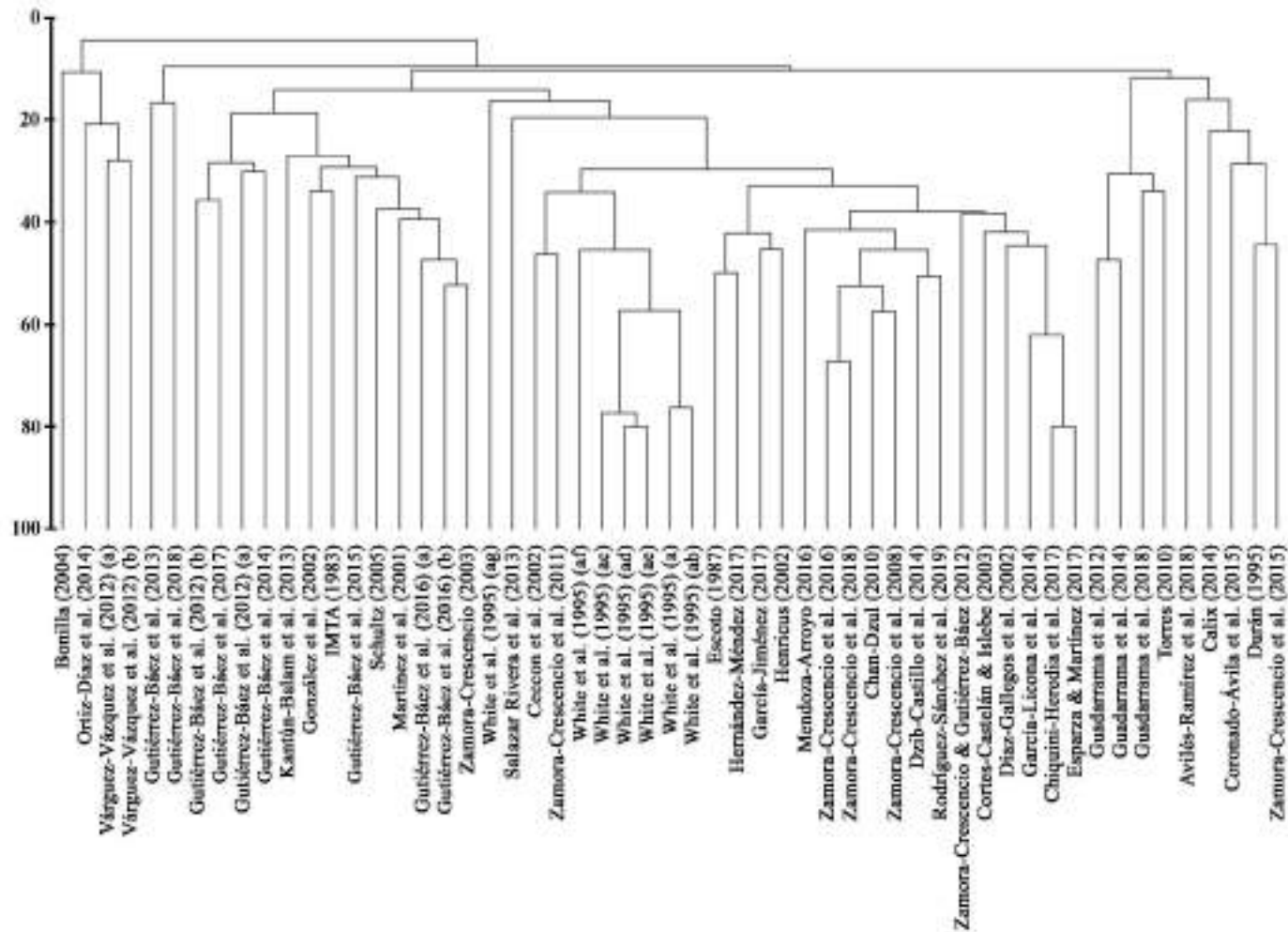


**Figura 2.** Representación cronológica de los estudios de listados florísticos (EF), ilustrando el número de especies y el porcentaje de sinónimos analizados a través del tiempo en la PY (A). Representación cronológica de los estudios sobre el levantamiento de la composición y estructura florística (ECEP), ilustrando el número de especies y el porcentaje de sinónimos analizados a través del tiempo en la PY (B).

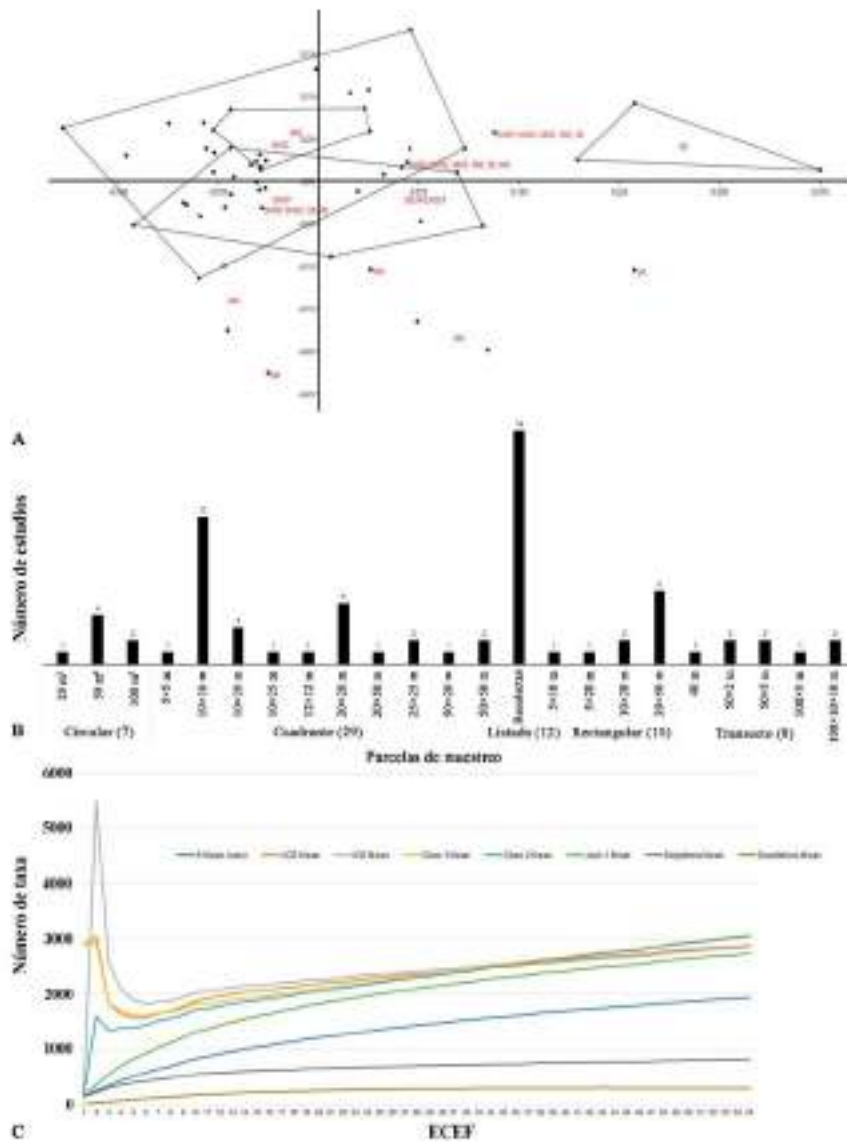


**Figura 3.** Diagrama de similitud para los sinonimos por el metodo UPGMA como medida de agrupamiento e indice de similitud de Bray-Curtis, para estudios de listados florísticos (ELF) con registros de sinónimos para la PY (A). Diagrama de similitud para los sinonimos por el metodo UPGMA como medida de agrupamiento e indice de similitud de Bray-Curtis, de los estudios sobre estudios sobre el levantamiento de la composición y estructura florística (ECEF) con registros de sinónimos para la PY (B)

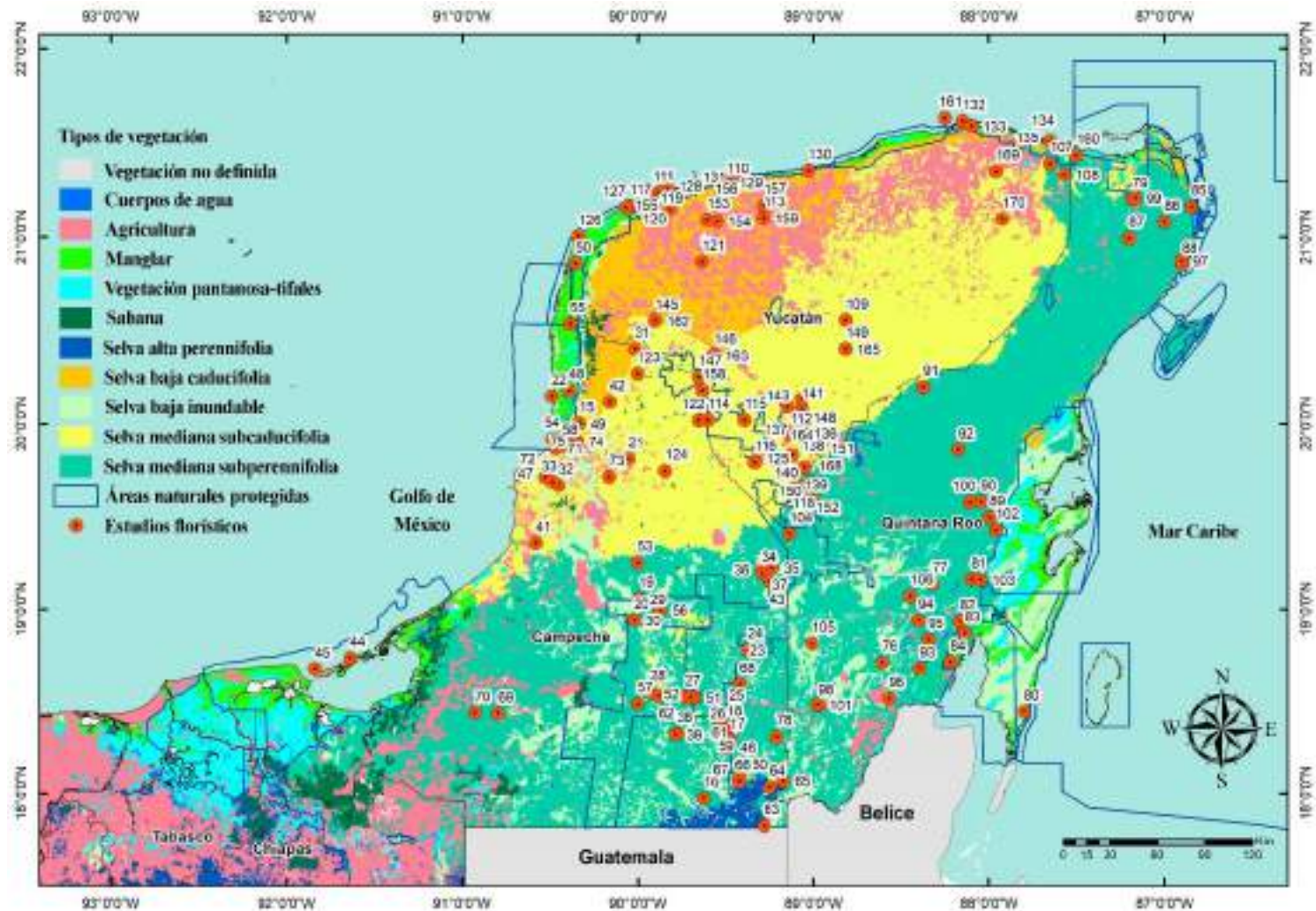




**Figura 4.** Diagrama de similitud florística de los estudios de composición y estructura en vase a los tipos de vegetación, por el método UPGMA como medida de agrupamiento e índice de similitud de Bray-Curtis para la PY.



**Figura 5.** Ordenamiento no paramétrico multidimensional (NMDS), de los estudios en relación con los tipos de vegetación. (Tipos de vegetación: SMSP: Selva mediana subperennifolia, SMSC: Selva mediana subcaducifolia, SBC: Selva mediana subcaducifolia, SBSC: Selva baja subcaducifolia, SBI: Selva baja inundable, VSA: Vegetación secundaria, VA: Vegetación Acuática, MG: Manglar, DN: Duna costera, MD: Matorral Duna Costera y SB: Sabana) (A). Diferentes parcelas de muestreo empleados en los estudios de listados florísticos (EF) y estudios sobre composición y estructura (ECEF), basado en recolectas botánicas para la PY (B). Curva de acumulación de especies de los estudios locales con lista florística de acuerdo con los modelos predictivos de riqueza: S Mean (runs) (riqueza observada), ACE Mean, ICE Mean, Chao 1 Mean, Chao 2 Mean, Jack 1 Mean. Singletons Mean y Doubletons Mean (C).



**Figura 6.** Ubicación de los estudios florísticos y los tipos de vegetación estudiados en la Península de Yucatán (ver en Apéndice 2 nombres asociados a los estudios florísticos).

**Tabla 1.** Estudios de listados florísticos (ELF) a diferentes escalas en la península de Yucatán, México.

Escala	Estado (s)	Autor (es)
Nacional	Campeche, Quintana Roo, Yucatán	Villaseñor (2016)
Regional	Campeche, Quintana Roo, Yucatán	Durán et al. (2000), Arellano-Rodríguez et al. (2003), Sosa et al. (1985), Ibarra-Manríquez (1995), Campos-Ríos (2006), Gutiérrez-Báez (2006), Carnevali et al. (2010)
Estatal	Campeche	Gutiérrez-Báez (2000)
	Quintana Roo	Sousa & Cabrera (1983)
	Yucatán	Millspaugh (1895), Millspaugh (1896), Millspaugh (1898), Standley (1930)
Local	Campeche	Martínez et al. (2001), Palacio et al. (2002) (a), Zamora-Crescencio (2003) (a), Vázquez-Vázquez et al. (2012) (b), Gutiérrez Báez et al. (2016) (b).
	Quintana Roo	Vester (2002), Merediz (2003), Bonilla (2004), Calix (2014), Schultz (2005), Kantún-Balam et al. (2013) (a)
	Yucatán	Durán (1997) (a), Gutiérrez-Báez et al. (2012) (b), Ortiz-Díaz et al. (2014) (a)

**Tabla 2.** Lista de los estudios sobre el levantamiento de la composición y estructura florística (ECEF) que presentan o no listados florísticos en la península de Yucatán, México. CLF = Con listado florístico. SLF = Sin listado florístico.

Estado (s)	Autor (es)
<b>CLF</b>	
Campeche	Avilés-Ramírez et al. (2018), Chan Dzul (2010), Chiquini-Heredia et al. (2017) (a), Díaz-Gallegos et al. (2002) (a), Duran (1995), Dzib-Castillo et al. (2014) (a), Esperanza y Martínez (2017), García Jiménez (2017) (a), García-Licona et al. (2014), Guadarrama et al. (2014) (a), Gutiérrez Báez et al. (2012) (a), Gutiérrez Báez et al. (2013), Gutiérrez Báez et al. (2014), Gutiérrez Báez et al. (2015), Gutiérrez Báez et al. (2018), Gutiérrez-Báez et al. (2016) (a), Gutiérrez-Báez et al. (2017), Mendoza-Arroyo (2016) (a), Vázquez Vázquez et al. (2012) (a), Zamora-Crescencio et al. (2011), Zamora-Crescencio et al. (2016), Zamora-Crescencio et al. (2015) (a), Zamora-Crescencio et al. (2018) (a), Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez (2012) (a)
Quintana Roo	Coronado Ávila et al. (2015), Cortés-Castelán y Islebe (2003) (a), Escoto (1987), Hernández-Méndez (2017), Hernández-Ramírez y García-Méndez (2015), Salazar Rivera et al. (2013) (a)
Yucatán	Ceccon et al. (2002), Gonzales et al. (2002) (a), Guadarrama et al. (2012), Guadarrama et al. (2018) (a), IMTA. (1983) (a), Rodríguez-Sánchez et al. (2019), Torres (2010) (a), White et al. (1995), Zamora Crescencio et al. (2008) (a)
<b>SLF</b>	
Campeche	Báez-Vargas et al. (2016), (a) Echeverría R et al. (2014), Mendoza-Arroyo et al. (2011), Schmook et al. (2005) (a)
Quintana Roo	Carreón-Santos et al. (2014), Sánchez Sánchez et al. (2007), Tadeo y Valdez et al. (2019) (a)
Yucatán	Albor Pinto et al. (2017), Dupuy et al. (2011) (a), Gutiérrez Báez et al. (2011) (a), López Jiménez et al. (2019), López Martínez et al. (2013) (a), Mizrahi et al. (1997), Trejo y Dirzo (2002), White et al. (2004) (a)

**Tablas 3.** Tipos de estudio, autores y sitios de muestreo en los diferentes tipos de vegetación en la península de Yucatán, México. Abreviaciones: SM = Sitios de muestreo. Estudios florísticos: ELF = Estudios de listados florísticos; ECEF = Estudios sobre composición y estructura florística. Tipos de vegetación: SMSP = Selva mediana subperennifolia, SMSC = Selva mediana subcaducifolia, SBC = Selva mediana subcaducifolia, SBSC = Selva baja subcaducifolia, SBI = Selva baja inundable, VSA = Vegetación secundaria, VA = Vegetación Acuática, MG = Manglar, DN = Duna costera, MD = Matorral Duna Costera y SB = Sabana.

<b>Autor (es)</b>	<b>Tipos de vegetación</b>	<b>SM</b>
<b>ELF</b>		
IMTA (1983) (a), Gutiérrez-Báez et al. (2016) (b)	SMSC	4
Duran (1997) (a)	SMSP, SBC, MG, DN	2
Martínez et al. (2001)	SMSP, SMSC, SBSC, SBC, SB	1
Palacio et al. (2002) (a)	SMSC, SBSC, SBC	2
Vester (2002)	SMSP, SMSC, SB, SBI	1
Merediz (2003)	SMSP, SMSC, SB, SBI	1
Zamora-Crescencio (2003) (a)	SMSP, SMSC, SBSC, SBC, SB, MG	2
Bonilla (2004)	VAV	1
Schultz (2005)	SBI, MG, MD, P	1
Gutiérrez-Báez et al. (2012)	SBC	1
Várguez-Vázquez et al. (2012) (b), Ortiz-Díaz et al. (2014) (a)	SB	4
Kantún-Balam et al. (2013) (a), (ab), (ac), (ad), (ae), (af), (ag), (ah), (ai), (aj), (ak), (al), Calix (2014)	SMSP	15
<b>ECEF</b>		
Escoto (1987), Díaz-gallegos et al. (2002) (a), Cortés-Castelán & Islebe (2003) (a), Sánchez-Sánchez et al. (2007), Chan Dzul (2010), Zamora-Crescencio & Gutiérrez-Báez (2012) (a), Gutiérrez Báez et al. (2013), Salazar-Rivera et al. (2013) (a), Carreón-Santos et al. (2014), Echeverría R. et al. (2014), García-Licona et al. (2014), Báez-Vargas et al. (2016) (a), (ab), Gutiérrez-Báez et al. (2016) (a), Chiquini-Heredia et al. (2017) (a), (ab), (ac), (ad), (ae), (af), (ag), (ah), (ai), Esperanza & Martínez (2017), García-Jiménez (2017) (a), (ab), Hernández-Méndez (2017), López-Jiménez et al. (2019), Tadeo & Valdez et al. (2019) (a), (ab), Duran (1995), Zamora-Crescencio et al. (2015) (a)	SMSP	35
Mizrahi et al. (1997), White et al. (1995) (a), (ab), (ac), (ad), (ae), (af), (ag), White et al. (2004) (a), (ab), (ac), (ad), (ae), (af), (ag), (ah), Zamora-Crescencio et al. (2008) (a), (ab), (ac), (ad), (ae), (af), (ag), (ah), (ai), Gutiérrez-Báez et al. (2011) (a), Gutiérrez-Báez et al. (2012) (a), López-Martínez et al. (2013) (a), Dzib-Castillo et al. (2014) (ab), Gutiérrez-Báez et al. (2014, 2015, 2017, 2018), Hernández-Ramírez & García-Méndez (2015), Mendoza-Arroyo (2016) (a), (ab), Zamora-Crescencio et al. (2016), Albor-Pinto et al. (2017), Avilés-Ramírez et al. (2018), Zamora-Crescencio et al. (2018) (a), (ab), Rodríguez-Sánchez et al. (2019)	MG SMSC	3 45

Ceccon et al. (2002), Trejo & Dirzo (2002), Gonzales et al. (2002) (a), (ab), (ac), (ad), (ae), Zamora-Crescencio et al. (2011), Dzib-Castillo et al. (2014) (a)	SBC	9
Schmook et al. (2005) (a), (ab), (ac), (ad), (ae)	VSA	5
Torres (2010) (a), (ab), (ac), (ad), (ae), (af), (ag), (ah), (ai), (aj)	MD	10
Dupuy et al. (2011) (a), Mendoza-Arroyo et al. (2011)	SBSC	4
Guadarrama et al. (2012), Guadarrama et al. (2014) (a)	DN	5
Vázquez-Vázquez et al. (2012) (a)	SB	2
Coronado Ávila et al. (2015)	SBI	1
Guadarrama et al. (2018) (a)	SBI, MG, MD, P	2

**Tabla 4.** Frecuencia de los 82 estudios florísticos encontrados en sus diferentes intervalos de años. (EF = Estudios florísticos, ELF = Estudios de listados florísticos, ECEF = Estudios sobre el levantamiento de la composición y estructura florística).

EF		ELF		ECEF	
Intervalos	Frecuencia	Intervalos	Frecuencia	Intervalos	Frecuencia
1895-1914	3	1895-1916	3	1983-1989	2
1915-1932	1	1917-1936	1	1990-1995	2
1933-1950	0	1937-1956	0	1996-2001	1
1951-1968	0	1957-1976	0	2002-2007	8
1969-1986	3	1977-1996	3	2008-2013	14
1986-2004	20	1997-2016	21	2014-2019	27
2005-2022	55	–	–	–	–

**Tabla 5.** Línea del tiempo de los 82 estudios sobre EF y ECEF. Abreviaciones: (EL = Escala Local); (EE = Escala Estatal); (ER = Escala Regional); (EN = Escala Nacional).

Año	EN	ER	EE	EL
	Autor (es)	Autor (es)	Autor (es)	Autor (es)
1895	–	–	Mill-1895	–
1896	–	–	Mill-1896	–
1898	–	–	Mill-1898	–
1930	–	–	ST-1930	–
1983	–	–	SC-1933	IT-1983
1985	–	SS-1985		
1987	–			ET-1987
1995	–	IM-1995		DR-1995, WT-1995
1997	–			DR-1997, MZ-1997
2000	–	DR-2000		
2001	–			MR-2001

2002	–			CC-2002, DG-2002, GZ-2002, HN-2002, PA-2002, TD-2002
2003	–	AR-2003		CCI-2003, MR-2003, ZC-2003,
2004	–			BN-2004, WT-2004
2005	–			SM-2005, SH-2005
2006	–	CR-2006, GB-2006	GB-2000	
2007	–		–	SS-2007
2008	–		–	ZC-2008
2010	–	CV-2010	–	CD-2010, TR-2010
2011	–	–	–	DU-2011, GB-2011, MA-2011, ZC -2011
2012	–	–	–	GB-2012 (a), GB-2012 (b), GD-2012, VV-2012 (a), VV-2012 (b), ZCG-2012
2013	–	–	–	GB-2013, KB-2013, LM-2013, SR-2013,
2014	–	–	–	CL -2014, CS-2014, DC-2014, ER-2014, GB-2014, GD-2014, GL -2014, OD-2014
2015	–	–	–	CA-2015, GB-2015, HRG-2015, ZC-2015
2016	VL-2016	–	–	BV-2016, GB-2016 (a), GB-2016 (b), MA-2016, ZC-2016
2017	–	–	–	AP-2017, CH-2017, EM-2017, GJ-2017, GB-2017, HM-2017,
2018	–	–	–	AR-2018, GB-2018, GD-2018, ZC -2018,
2019	–	–	–	LJ-2019, RS-2019, TV-2019

**Escala Nacional:** (VL-2016 = Villaseñor 2016). **Escala Regional:** (SS-1985 = Sosa et al. 1985); (IM-1995 = Ibarra-Manríquez 1995); (DR-2000 = Durán et al. 2000); (AR-2003 = Arellano-Rodríguez et al. 2003); (CR-2006 = Campos Ríos 2006); (GB-2006 = Gutiérrez-Báez 2006); (CV-2010 = Carnevali et al. 2010). **Escala estatal:** (Mill-1895 = Millsbaugh 1895); (Mill-1896 = Millsbaugh 1896); (Mill-1898 = Millsbaugh 1898); (ST-1930 = Stanley 1930); (SC-1983 = Sousa y Cabrera 1983); (GB-2000 = Gutiérrez-Báez 2000). **Escala local:** (IT-1983 = IMTA 1983); (ET-1987 = Escoto 1987); (DR-1995 = Duran 1995); (WT-1995 = White et al. 1995); (DR-1997 = Duran 1997); (MZ-1997 = Mizrahi et al. 1997); (MR-2001 = Martínez et al. 2001); (CC-2002 = Ceccon et al. 2002); (DG-2002 = Díaz-Gallegos et al. 2002); (GZ-2002 = Gonzales et al. 2002); (PA-2002 = Palacio et al. 2002); (TD-2002 = Trejo y Dirzo 2002); (VT-2002 = Vester 2002); (CCI-2003 = Cortés-Castelán y Islebe 2003); (MR-2003 = Merediz 2003); (ZC-2003 = Zamora Crescencio 2003); (BN-2004 = Bonilla 2004); (WT-2004 = White et al. 2004); (SM-2005 = Schmook et al. 2005); (SH-2005 = Schultz 2005); (SS-2007 = Sánchez Sánchez et al. 2007); (ZC-2008 = Zamora Crescencio et al. 2008); (CD-2010 = Chan Dzul 2010); (TR-2010 = Torres 2010); (DU-2011 = Dupuy et al. 2011); (MA-2011 = Mendoza-Arroyo et al. 2011); (GB-2011 = Gutiérrez Báez et al. 2011); (ZC-2011 = Zamora-Crescencio et al. 2011); (GD-2012 = Guadarrama et al. 2012); (GB-2012 (a) = Gutiérrez Báez et al. 2012) (a); (GB-2012 (b) = Gutiérrez Báez et al. 2012) (b); (VV-2012 (a) = Vázquez Vázquez et al. 2012) (a); (VV-2012 (b) = Vázquez Vázquez et al. 2012) (b); (ZCG-2012 = Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez 2012); (GB-2013 = Gutiérrez Báez et al. 2013); (KB-2013 = Kantún-Balam et al. 2013); (LM-2013 = López Martínez et al. 2013); (SR-2013 = Salazar Rivera et al. 2013); (DC-2014 = Dzib-Castillo et al. 2014); (ER-2014 = Echeverría R et al. 2014); (GL-2014 = García-Licona et al. 2014); (CL-2014 = Calix 2014); (CS-2014 = Carreón-Santos et al. 2014); (GD-2014 = Guadarrama et al. 2014); (GB-2014 = Gutiérrez Báez et al. 2014); (OD-2014 = Ortiz-Díaz et al. 2014); (CA-2015 = Coronado Ávila et al. 2015); (GB-2015 = Gutiérrez Báez et al. 2015); (HRG-2015 = Hernández-Ramírez y García-Méndez 2015); (ZC-2015 = Zamora-Crescencio et al. 2015); (BV-2016 = Báez-Vargas et al. 2016); (GB-2016 (b) = Gutiérrez Báez et al. 2016) (b); (GB-2016 (a) = Gutiérrez-Báez et al. 2016) (a);

(MA-2016 = Mendoza-Arroyo 2016); (ZC-2016 = Zamora-Crescencio et al. 2016); (CH-2017 = Chiquini-Heredia et al. 2017); (EM-2017 = Esperanza y Martínez 2017); (GJ-2017 = García Jiménez 2017); (GB-2017 = Gutiérrez-Báez et al. 2017); (HM-2017 = Hernández-Méndez 2017); (AP-2017 = Albor Pinto et al. 2017); (AR-2018 = Avilés-Ramírez et al. 2018); (GD-2018 = Guadarrama et al. 2018); (GB-2018 = Gutiérrez Báez et al. 2018); (ZC-2018 = Zamora-Crescencio et al. 2018); (TV-2019 = Tadeo y Valdez et al. 2019); (LJ-2019 = López Jiménez et al. 2019); (RS-2019 = Rodríguez-Sánchez et al. 2019).

**Tabla 6.** Principales taxa que fueron actualizados en los diferentes estudios de listados florísticos (ELF) y estudios sobre levantamiento de la composición y estructura florística (ECEF) en la península de Yucatán, México. NE = Numero de Estudios.

Taxa	NE	Porcentaje
<b>ELF</b>		
<i>Vachellia cornigera</i> (L.) Seigler & Ebinger	18	67%
<i>Jacquemontia pentanthos</i> (Jacq.) G. Don	17	63%
<i>Cenostigma gaumeri</i> (Greenm.) Gagnon & G.P. Lewis	16	59%
<i>Erythrostemon yucatanensis</i> (Greenm.) Gagnon & G.P. Lewis	16	59%
<i>Cenchrus incertus</i> M.A. Curtis	15	56%
<i>Cissus biformifolia</i> Standl.	15	56%
<i>Tara vesicaria</i> (L.) Molinari, Sánchez Och. & Mayta	15	56%
<i>Bidens pilosa</i> L.	14	52%
<i>Mariosousa dolichostachya</i> (S.F. Blake) Seigler & Ebinger	14	52%
<i>Morinda royoc</i> L.	14	52%
<i>Quadrella incana</i> (Kunth) Iltis & Cornejo	14	52%
<i>Vachellia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger var. <i>parvicephala</i> (Seigler & Ebinger)	14	52%
<i>Varronia globosa</i> Jacq.	14	52%
<b>ECEF</b>		
<i>Cenostigma gaumeri</i> (Greenm.) Gagnon & G.P. Lewis	17	40%
<i>Senegalia gaumeri</i> (SF Blake) Britton & Rose	16	38%
<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	13	31%
<i>Erythrostemon yucatanensis</i> (Greenm.) Gagnon & GP Lewis	12	29%
<i>Vachellia cornigera</i> (L.) Seigler & Ebinger	12	29%
<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou	11	26%
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. M. King & H. Rob.	9	21%
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	9	21%
<i>Vachellia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger var. <i>parvicephala</i> (Seigler & Ebinger)	9	21%
<i>Coulteria mollis</i> Kunth	8	19%
<i>Diospyros yucatanensis</i> Lundell ssp. <i>yucatanensis</i>	8	19%
<i>Eugenia foetida</i> Pers.	8	19%
<i>Quadrella lindeniana</i> Cornejo & Iltis	8	19%
<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	8	19%



**Tabla 7.** Resultado de las especies con un porcentaje mayor al 50% en representatividad para los diferentes estudios con un tipo de vegetación registrado para la PY.

<b>Especies Actualizadas</b>	<b>No. de estudios</b>	<b>Porcentaje</b>
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	46	84%
<i>Lisiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	39	71%
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	35	64%
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	35	64%
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	35	64%
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	33	60%
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	33	60%
<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	33	60%
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	31	56%
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	30	55%
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	28	51%

**Tabla 8.** Eficiencia de muestreo (en porcentaje) empleando los estimadores no paramétricos de los estudios locales en base a recolectas botánicas para la PY.

<b>Estimadores</b>	<b>SMean (runs)</b>	<b>ACE Mean</b>	<b>ICE Mean</b>	<b>Chao 1 Mean</b>	<b>Chao 2 Mean</b>	<b>Jack 1 Mean</b>	<b>Singletons Mean</b>	<b>Doubletons Mean</b>
Estudios en composición y estructura como listado de recolectas botánicas	1930	2858.22	2886.53	3077.36	3056.65	2728.22	813	288
%	-	68%	67%	63%	63%	71%	-	-

## 7.2 Capítulo 2

### **Vegetación y flora de las zonas arqueológicas de la Península de Yucatán, México: diversidad, conservación y patrimonio cultural<sup>2</sup>**

Eduardo M. Ucan-Tucuch <sup>a</sup>, William Cetzal-Ix <sup>a, \*</sup>, Eliana Noguera-Savelli <sup>b</sup>, Rodrigo Duno <sup>c</sup>, Gustavo Mendoza-Arroyo <sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chiná, Chiná, Campeche, México*

<sup>b</sup> *Catedrática CONACYT, Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, Campeche, México*

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

\* Autor para la correspondencia (W. Cetzal-Ix)

## 7.3 Resumen

En los diferentes tipos de vegetación de la Península de Yucatán (PY) albergan 51 zonas arqueológicas abiertas al público (ZAAP), siendo importante aumentar su conocimiento, no solo como acervo cultural e histórico sino también biológico. Para ello, se planteó como objetivo sistematizar el conocimiento de estudios florísticos publicados (EF) y registros botánicos en las áreas de influencia a las ZAAP de la PY. Para tal fin, se recopiló información disponible sobre la flora y los tipos de vegetación entorno a las ZAAP. Con estos datos, se realizaron geoprocesamientos (Buffers 5, 10, 20 y 30km) de datos espaciales y análisis estadísticos mediante NMDS, ANOSIM, empleando el índice de similitud Bray-Curtis, se obtuvo el valor de importancia relativa y los estimadores no paramétricos de riqueza. Se encontró que las ZAAP principalmente se resguardan en selva mediana subcaducifolia (SMSC) (18) y selva mediana subperennifolia (SMSP) (19). Se registró 36 ZAAP con al menos un EF en su zona de influencia. Respecto a los registros botánicos, se presentó 1809 especies en el buffer de 5 km, 2114 en el de 10 km, 2513 en el de 20 km y 2799 en el buffer de 30 km. Se encontraron diferencias significativas (ANOSIM  $p < 0.0001$ ) para tres buffers generados (Buffers 10, 20 y 30 km). El NMDS muestra una relación de ensamblaje entre las diferentes ZAAP para los buffers 20 y 30 km, en los diferentes TV de la PY. Los estimadores no paramétricos se comportaron de manera similar alcanzando una asíntota definida, a excepción del buffer de 10 y 20 km. En relación a la eficiencia de muestreo presentan una estimación arriba del 81% de las especies en el buffer 20 y 30 km. Estos resultados nos dan las pautas iniciales de la diversidad de las especies, con el fin de establecer un aporte a la investigación de la flora para los sitios arqueológicos de la región. Considerando que al realizar estos estudios en campo se requiere de tiempo, dedicación y financiamiento.

**Palabras clave:** estudios florísticos, recolectas botánicas, geoprocesamiento, buffers.

---

<sup>2</sup> Artículo en preparación, para ser sometido a The Botanical Review.

## 7.4 Introducción

La cultura maya es una de las grandes civilizaciones humanas que se desarrolló en gran parte de Mesoamérica y sur de México, abarcando en México los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán (Velásquez 1997). Una civilización que perduro aproximadamente un periodo de 2800 años, clasificado para su estudio como: periodo preclásico (hasta los años 250 d. C.), clásico (hasta el 950 d. C.) y posclásico, tiempo en el que empieza su decadencia hasta el año 1550 (Glover et al. 2011; Carrasco 1996; Estrada-Belli et al. 2011). En la actualidad, los vestigios mayas son denominados zona de monumentos arqueológicos (ZA) que son áreas de conservación y patrimonio cultural nacional y algunos casos de la humanidad, establecidos bajo un régimen de conservación integral a mediano y largo plazo (LGEEPA 2012; González de la Mota 2010; Sarukhán et al. 2012; Sáizar et al. 2010; LFZAAH 2018). Por lo que la conservación y el manejo de las ZA en México se encuentran definidos en el Artículo 28 de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (LFZAAH 2018).

El Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH 2019), es la institución responsable del resguardo de las 193 ZA abiertas al público (ZAAP) del país, de estas 51 (26.4%) se encuentran distribuidas en la Península de Yucatán (PY) (16 en Campeche, 18 en Quintana Roo y 17 en Yucatán). Es importante destacar que estas 51 ZAAP se ubican en las selvas más representativas de la región (Šprajc 2004; Flores y Espejel 1994; CONABIO 1999). La mayor extensión de la vegetación en la PY, está cubierta por selvas tales como la baja caducifolia, mediana subcaducifolia y mediana subperennifolia (tabla 1). Su estructura y composición florística están influenciados por varios factores abióticos como el clima, edafología y la topografía (White et al. 1995; Bell 2001; Ruokolainen y Tuomisto 2002; Cortes-Castelan y Islebe 2003; White et al. 2004). Siendo el clima (temperatura y precipitación) uno de los principales factores que determinan la vegetación del área y de los cambios (diversidad, composición y estructura) que de manera muy evidente se pueden observar entre un lugar a otro (Miranda y Hernández 1963; Carnevali 2003; Flores y Espejel 1994). En cuanto a la diversidad de flora presente en la PY, se registra 2864 taxa, en los estados de Campeche (172 familias, 917 géneros y 2369 especies), Quintana Roo (165, 905 y 2276) y Yucatán (150, 803 y 1900) (Villaseñor 2016). Sin embargo, Duno de Stefano et al. (2018) presenta alrededor de 168 familias, 970 géneros y 2327 especies. Entre las familias más diversas resaltan Fabaceae, Poaceae, Asteraceae, Orchidaceae y Euphorbiaceae. La mayor parte de la flora se encuentra representada por angiospermas (2,259). En el caso del endemismo, cuenta con sólo 99 especies (4.27 % de la flora total de la región) (Duno de Stefano et al. 2018).

En el marco de estas comunidades de vegetación tropical se desarrolló la cultura maya que realizó grandes cambios en el uso de suelo, incluyendo la deforestación casi total de la cobertura original durante su auge cultural (700-900 d.C.), seguida de un periodo de recuperación forestal prolongado (Turner et al. 2001; Turner et al. 2004). Autores como Miranda (1958) y Harrison (1990), mencionan que la vegetación actual aun presenta muestras del impacto de la antigua civilización maya, sugiriendo que las selvas inundables (bajos) son el resultado del azolvamiento de lagunas someras debido a las diferentes actividades agrícolas. En la actualidad las ZAAP son consideradas por contribuir con importantes

servicios ambientales como; el reciclaje de nutrientes, la filtración del agua y el aire, bancos genéticos, espacios para la recreación, brindando belleza escénica y hábitats de la vida silvestre (LGEEPA 2012; Pabon-Zamora et al. 2008). Por esto, es fundamental recopilar y analizar la flora en las ZAAP del país y en particular en la PY, no solo como acervo cultural e histórico sino también biológico. Siendo los estudios florísticos y las recolectas botánicas una de las bases para la investigación de la flora; esta información permite evaluar el papel de las ZAAP como áreas de conservación, proponiendo estrategias de control y de manejo para determinar futuras prácticas de mantenimiento, educación ambiental y sostenibilidad de la flora resguardada (Pérez-Sarabia 2017; Villaseñor 1991; Villaseñor 2003; White et al. 2004).

La PY cuenta con recursos humanos y la infraestructura básica para generar estos conocimientos, pero las limitaciones en financiamiento y tiempo para la investigación florísticas de las ZAAP, son muy diversas. Para ello se planteó como objetivo sistematizar el conocimiento de estudios florísticos publicados y registros botánicos en las áreas de influencia a las ZAAP de la PY y conocer la diversidad florística para contribuir a generar información de la flora que sirva de base para el desarrollo de estrategias de conservación de su biodiversidad. Planteándose las siguientes preguntas: ¿Cuántas ZAAP existen en la PY?, ¿Cómo se distribuyen las ZAAP en los diferentes tipos de vegetación en la PY?, ¿Cuántos estudios florísticos se relacionan con las diferentes ZAAP de la PY?, ¿Cuántas especies albergan y preservan las ZAAP de la PY, en base a los registros botánicos CONABIO 2019?, ¿Existen diferencias significativas entre las agrupaciones botánicas en los diferentes tipos de vegetación y las ZAAP para la PY?, ¿Qué relación existe entre las ZAAP y los diferentes tipos de vegetación?, ¿El número de especies encontradas en los diferentes buffers (zonas de influencia) son similares a las predichas por los estimadores no paramétricos de riqueza de especies?, ¿Cuál es la relación en porcentaje de especies entre los EF encontrados en las ZAAP y las especies encontradas mediante los registros botánicos CONABIO 2019? Por otro lado, con base a los cuatro buffers generados (zonas de influencia) y los diferentes análisis realizados: ¿Cuál buffer sería el mejor estimador de la flora en las diferentes ZAAP de la PY?

## 7.5 Metodología

### Zonas arqueológicas

Se realizó una búsqueda en el sitio web oficial del Instituto Nacional de Antropología e Historia (<https://www.inah.gob.mx/>) referente a las zonas arqueológicas abiertas al público (ZAAP) para la PY (Campeche, Quintana Roo y Yucatán) (INAH 2019). Se creó una base de datos en una hoja de cálculo, llamado zonas arqueológicas abiertas al público.shp (ZAAP.shp), con los siguientes campos: estado, nombre de la ZAAP, cronología, año de decreto, superficie de la zona arqueológica (algunas disponibles en el Diario Oficial de la Federación), uso de suelo y vegetación (CONABIO 1999), edafología (CONABIO 1995), temperatura media anual WorldClim (Hijmans et al. 2005), precipitación anual WorldClim (Hijmans et al. 2005) y coordenadas geográficas (Apéndice 1). La localización geográfica de las ZAAP fue proyectada en una capa de vegetación de la CONABIO (1999), con el programa ArcGis 10.5.

## **Revisión del conocimiento florístico de la Península de Yucatán.**

Se utilizó el método “bola de nieve” para tener un panorama general del conocimiento florístico del área. El método consistió en realizar una revisión de estudios florísticos publicados dentro un periodo comprendido entre el año 1895 y el año 2019, sobre listados regionales, composición y estructura florística en la PY. Esto se inició con una referencia seleccionada aleatoriamente, considerando que en su título incluyera al menos una de las siguientes palabras: composición, diversidad, estructura, flora vascular, vegetación, florística, listado florístico, simultáneamente con, Campeche, Yucatán, Quintana Roo y Península de Yucatán. Considerando que el marco de muestreo crece con cada literatura encontrada pero eventualmente se satura, es decir, no se encuentra nueva información para el estudio, se considera la revisión finalizada (Bernard 2006). De igual manera se identificaron estudios realizados en estructuras mayas colapsadas sin ser restauradas o en proceso de restauración, que no se encuentran dentro los lineamientos para su apertura pública (ZANAP), con fines educativos, de difusión, recreativos y de convivencia al público general (INAH 2019).

### **Listado florístico**

Se creó una base de datos espaciales a partir de una hoja de cálculo de todas las referencias seleccionadas, considerando los siguientes campos: el estado, autor, sitio de muestreo, número de familias, género, especies, tipo de vegetación y coordenadas geográficas (Apéndice 1). La hoja de cálculo fue nombrada Estudios Florísticos.shp (EF.shp) y proyectada de manera especial mediante el programa ArcGis 10.5. Con la finalidad de obtener un listado del número de estudios que se encuentren en su área de influencia de cada ZAAP.

### **Registros botánicos (CONABIO 2019)**

Se consultó una base de datos desarrollada por la CONABIO (2019), que contiene los registros de ejemplares de plantas, obtenidos de bases desarrolladas o financiadas por la CONABIO, así como aquellas donadas o de acceso abierto o libre uso que se han integrado al Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). Los archivos descargados fueron en formato CSV, con ubicación exclusivamente para la PY (Zona UTM 15 y 16). Se consideró para nuestro análisis los siguientes campos: estado, características botánicas, familia, género, especies y ubicación geográfica (Registros Botánicos.shp (RB.shp)). Para la actualización de las especies (sinónimos, nombres validos) y su clasificación como endémicas, cultivadas y/o excluidas, se basó principalmente en el listado florístico de Carnevali et al. (2010) y la Flora Mesoamericana (Tropicos.org 2020).

### **Análisis de datos**

#### **Geoprocesamiento (proximidad e influencia para los estudios florísticos y registros botánicos)**

Para estimar la riqueza biológica asociada a las ZAAP, fueron proyectados los archivos de las hojas de cálculo de manera espacial mediante el programa ArcGis 10.5, posicionándolos en el programa como: ZAAP.shp, EF.shp y RB.shp. Tomando en cuenta que los sistemas de información geográficas, utilizan los análisis espaciales para obtener nueva información significativa, siendo los buffers (zona de influencia) una herramienta importante

para la determinación de elementos geográficos dentro de un área de influencia definida (Bosque et al. 2004). Se realizaron capas espaciales con buffers de 5, 10, 20 y 30 km para cada ZAAP.shp. Se empleó la herramienta de intersección del programa ArcGis 10.5, de la capa espacial buffers de 30 km a la capa EF.shp, logrando obtener un listado de los estudios que contribuyen a la zona de influencia por cada ZAAP. Del mismo modo, se realizaron intersecciones de las capas espaciales buffers de 5, 10, 20 y 30 km a la capa de RB.shp, obteniendo como resultado una matriz de registros botánicos para cada buffer generado y, por ende, cada ZAAP. Todos estos procesos se efectuaron con la finalidad de analizar la proximidad de influencia que contribuyen los diferentes estudios florísticos y registros botánicos para cada ZAAP.

### **Porcentaje de especies presentes de cada buffer generado y cada ZAAP, en relación a un estudio florístico que cuente con listado florístico o composición y estructura florística de alguna ZAAP o ZANAP**

Se tomó en cuenta la flora registrada del programa de manejo de la ZAAP Dzibilchantún y tres EF de ZANAP. Se analizó su distancia más cercana a una ZAAP, para estimar el porcentaje de especies presentes (como estudios de caso) por cada buffer generado, esto nos aportó información necesaria en proponer el mejor buffer para su estimación la flora en las ZAAP de la PY.

### **Análisis estadísticos**

Para determinar si existen diferencias significativas y conocer los esquemas de distribución del ensamblaje en la composición de especies de las ZAAP en relación a los TV. Se realizó un análisis de similitud ANOSIM y un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), para cada buffer generado, cuya prueba se basó en el índice de Bray-Curtis 1957 (Clarke 1993), siendo un coeficiente de distancia que mide las diferencias en abundancia de los taxones que componen las muestras e ignora los casos en los cuales el taxón está ausente en ambas muestras (Raup y Crick 1979; Krebs 1989; Kenkel y Orloci 1986). Para estos análisis, se utilizaron los registros botánicos de las matrices de cada buffer generado, sin tomar en cuenta las especies cultivadas y/o excluidas. Todos los procesos estadísticos fueron realizados con el programa PAST 3.0 (Hammer et al. 2001).

### **Valor de importancia relativa**

Se obtuvo el valor de importancia relativa (VIR) de las especies para cada buffer generado, el cual muestra la importancia ecológica de cada especie en una comunidad vegetal, para efecto del estudio se consideró calcular y sumar dos parámetros estructurales básicos (no se consideró el área basal por no contar con el dato), la abundancia relativa (AR) y frecuencia relativa (FR) (Mueller-Dombois y Elleberg 2002).

### **Curvas de acumulación de especies**

Las curvas de acumulación de especies para cada buffer generado, se realizaron empleando diferentes estimadores no paramétricos y diferentes modelos predictivos como ACE, ICE, Chao 1, Chao 2, Jack 1, Jack 2 y Bootstrap, (Colwell y Coddington 1994; Villarreal et al. 2006) todo por medio del programa EstimateS 9.1.0 (Colwell 2013). Para la comparación de las especies observadas (EO) y estimadas (EE), se calculó la eficiencia de muestreo ( $EM = (EO * 100) / EE$ ) que nos permite realizar la comparación con los diferentes

estimadores no paramétricos y los diferentes buffers generados, dándonos pautas para establecer un buffer adecuado (Chazdon et al. 1998; Magurran 2004; López-Gómez y Williams-Linera 2006).

## 7.6 Resultados

### Zonas arqueológicas abiertas al público y tipos de vegetación

Se encontró el mayor número de ZAAP presentes al norte y sur de la PY, ubicadas en selva mediana subcaducifolia (18 ZAAP) y selva mediana subperennifolia (19 ZAAP), lo contrario, al popal o tular, selva baja y selva baja subperennifolia con menor número de ZAAP (fig. 1, fig. 2). De las 51 ZAAP, 46 se encuentran con precipitación anual por arriba de los 1000 mm. La ZAAP de San Gervasio (SMSP) registro la precipitación anual más alta con 1440 mm, seguida de El tigre (PT) con 1392 mm y la de menor precipitación fue para Xcambó (MG) con 745 mm. Con respecto a la temperatura media anual más alta es para la ZAAP El tigre que registra 27 C°. De las 50 ZAAP restantes, 16 presentan temperaturas de 25 C° y 34 temperaturas de 26 C°. En cuanto a la edafología se registró el mayor número de ZAAP en los suelos Rendzina (25 ZAAP) y litosol (9) (Apéndice 1).

### Estudios florísticos y las ZAAP en la Península Yucatán.

Se encontraron 36 ZAAP con al menos un estudio florístico dentro del buffer de 30 km, el 47% de las ZAAP presenta registros mayores a cuatro EF. En relación a la distancia obtenida entre EF y ZAAP, el 44% presenta al menos un EF menor a 10 km de distancia. La ZAAP El Hormiguero con el mayor registro en su zona de influencia presenta siete EF, seguido Balankú, Becan, Chacchoben, Chicanná y Kankí, con cinco estudios. Las de menor número de EF son para las ZAAP de Acanceh, Chichén Itzá, El Meco, Hochob y Tabasqueño (fig. 3, fig. 4 y (Apéndice 2).

La ZAAP El Hormiguero estado de Campeche, presenta una buena relación en su zona de influencia con el estudio de Schmook et al. (2005) (ac) encontrándose a una distancia de 3.78 km. Este estudio incluyo 32 familias, 70 géneros y 88 especies, siendo las familias como la Fabaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Boraginaceae, Polygonaceae, Rubiaceae y Sapotaceae, las más características del sitio de estudio. El area de muestreo se encuentra dominada por *Bursera simarouba* principalmente. Otro estudio cerca de la ZAAP El Hormiguero es Díaz-Gallegos et al. (2002) a una distancia de 5.15 km. El estudio registro un total de 58 géneros y 65 especies. La familia mas diversas es la Fabaceae. El área de muestreo se encuentra dominada por *Dioscorea floribunda*, *Haematoxylum campechianum* y como especies codominantes se encuentran *Croton icche*, *Ateleia cubensis* y *Gymnopodium floribundum*. El tercer estudio cerca de la misma ZAAP es el de Chiquini-Heredia et al. (2017) (a) el cual incluyó varios puntos de muestreo y el más cercano a una distancia de 7.14 km. El trabajo reportó 36 familias, 84 géneros, 112 especies. De las cuales las familias más representativas son: Fabaceae (29 especies), Rubiaceae (10), Sapotaceae (7), Apocynaceae (6) y Polygonaceae (6). Los taxones con mayor valor de importancia relativa son: *Sebastiania adenophora*, *Manilkara zapota*, *Matayba oppositifolia*, *Coccoloba reflexiflora*, *Metopium brownei*, *Gymnanthes lucida* y *Haematoxylum campechianum*.



Por otra parte, hay seis ZAAP que cuentan con estudios florísticos menores a 3 km de distancia. El estudio de White et al. (2004) (ac) muy cerca (menos de 500 m) de la ZAAP Kabah ubicada en el estado de Yucatán, reconoce un total de 152 especies, de las cuales las más importantes fueron *Bursera simaruba*, *Cenostigma gaumeri*, *Gymnopodium floribundum*, *Piscidia piscipula* y *Thouinia paucidentata*. Las dos especies leñosas más importantes en las selvas en ruinas fueron *Brosimum alicastrum* y *Croton lundellii*. Para la ZAAP Dzibilchaltún ubicada en el mismo estado, presenta el estudio de González et al. (2002) (a) a una distancia de 0.92 km, en todo el estudio se determinó las familias más representativas como: Fabaceae (40 especies), Euphorbiaceae (22), Asteraceae (16), Poaceae (14) y Malvaceae (12). Se enlistó 236 especies algunas muy características del lugar como *Apoplanesia paniculata*, *Erythrostemon yucatanensis*, *Cordia gerascanthus*, *Lonchocarpus xuul* y *Plumeria rubra*, así como los cactus *Pterocereus gaumeri* y *Cephalocereus gaumeri*.

La ZAAP Balankú en el estado de Campeche, a una distancia de 1.9 km al estudio de Chan Dzul (2010), registra 39 familias, 91 géneros, 113 especies, mostrando a las familias más sobresalientes como: Fabaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Boraginaceae, Ebenaceae, Flacourtiaceae, Polygonaceae y Sapotaceae. El estudio presenta especies indicadoras para la SMSP como; *Erythroxylon* sp., *Nectandra coriacea*, *Diospyros yucatanensis* ssp. *yucatanensis*, *Trichilia hirta*, *Bursera simaruba*, *Pithecellobium mangense*, *Sapranthus campechianus*, *Karwinskia humboldtiana*, *Piscidia piscipula*, *Croton oerstedianus*, *Mosannonna depressa*, *Drypetes lateriflora*, *Manilkara zapota*, *Krugiodendron ferreum*, *Amyris elemifera*, *Guettarda elliptica*, *Melicoccus oliviformis*, *Coccoloba acapulcensis*, *Thouinia paucidentata*, *Guapira* sp., *Gliricidia sepium*, *Cecropia peltata*, *Trema micrantha* y *Albizia tomentosa*. La ZAAP de Sayil y Xlapak están cerca (1.98 y 2.38 km) del estudio de Trejo y Dirzo (2002), registra 38 familias, 67 géneros y un total de 69 especies, de las cuales 83 son árboles y 16 son lianas, con un valor de índice de Shannon-Weaver de 3.91. La ZAAP Tahcok en el estado de Campeche cuenta con un estudio florístico de Ortiz-Díaz et al. (2014) a una distancia de 3 km, el cual reconoce 36 familias, 96 géneros y 142 especies. Las familias con mejor número de especies fueron la Poaceae, seguida por Fabaceae, Cyperaceae, Convolvulaceae y Malvaceae. Muestra una dominancia de especies nativas además de la presencia de especie endémica como *Hampea trilobata*.

### **Asociaciones botánicas entre los tipos de vegetación y las ZAAP estudiadas mediante los buffers generados.**

Como resultado del análisis de similaridad ANOSIM, se encontró diferencias significativas, para los buffers 10, 20 y 30 km, lo contrario del buffer de 5 km que no presentó diferencias significativas (tabla 2). En cuanto el NMDS se mostró un nivel de Stress de 0.14, 0.12 y 0.11, para los buffers 10, 20 y 30 km, respectivamente, obteniendo una relación de ensamblaje de las ZAAP por TV. Por otra parte, el buffer 5 km con nivel de Stress de 0.17, tuvo un agrupamiento similar entre las ZAAP, evidenciándose un solapamiento entre ZAAP y TV. Los análisis estadísticos (ANOSIM y NMDS) presentan agrupamientos con la suficiente afinidad, entre la SBC, SMSC y SMSP para los buffers 20 y 30 km (fig. 5, fig. 6).

### **Cuantificación de la riqueza de especies botánicas referente a las ZAAP en la Península Yucatán (buffers 5, 10, 20 y 30 km).**

Como es de esperar el número de especies se incrementa con el tamaño del buffer; 1809 para el buffer de 5 km, 2114 para el de 10 km, 2513 para el de 20 km y 2799 para el



buffer de 30 km. Se encontró que la ZAAP con el mayor número de especies por buffer generado, fue Dzibilchaltún (Yucatán) para los buffers 10, 20 y 30 km (803 especies, 1026 y 1164 respectivamente), a excepción del buffer 5 km que fue para la ZAAP Cobá (Quintana Roo) con 575 especies. Así mismo, las ZAAP con el menor número de especies entre los buffers 5, 10, 20 y 30 km fueron: Chacmultún (6 especies), Santa Rosa Xtampak (34), Kinichná (116) y Tahcok (379). Por otra parte, el mayor número de especies en las ZAAP se presenta en los tipos de vegetación como SMSP y SMSC (Apéndice 3).

Con respecto al número de especies endémicas, se encontró el mayor número de especies fue para el buffer de 30 km (173 especies), seguido del buffer de 20 km (164), el buffer de 10 km (154) y el buffer de 5 km (145). De igual manera, se registró el número de especies endémicas para cada ZAAP en la PY (Apéndice 3). Encontrando a Chichén Itzá y Balamcanché, en los buffers 5, 10, 20 y 30 km con registros por arriba de 60 especies. En cuanto al buffer de 20 km se observaron siete ZAAP con un número mayor a 70 especies, enlistando a Xpuhil (81 especies), Becán (78), Chicanná (77), Dzibilchaltún (74), Chichén Itzá (73) Balamcanché (73) y El Hormiguero (73). Para el buffer de 30 km con un número mayor a 80 especies endémicas, se registran Dzibilchaltún (95), Xpuhil (86), Chicanná (85), Becán (84), El Hormiguero (84) y Balamcanché (83) (Apéndice 3).

En relación a las especies con mayor valor de importancia relativa (VIR) en los distintos buffers estudiados, se consideró las diez primeras especies de cada buffer generado. Se observaron 16 especies con el mayor VIR para los cuatro buffers. Destacando especies por encontrarse en todos los buffers como: *Bursera simaruba*, *Gymnopodium floribundum*, *Lonchocarpus xuul*, *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula* y *Thouinia paucidentata*. Caso contrario para *Bunchosia swartziana* y *Senna atomaria*, que se presentan solamente en el buffer de 5 km (tabla 4). Para los buffers 5, 10 y 20 km sobre salen especies como *B. simaruba* y *L. xuul*, por presentar los VIR más altos, a excepción del buffer de 30 km que presenta las especies de *Cryosophila stauracantha* (6.877 VIR) y *B. simaruba* (3.775). Los VIR más bajos se presentan especies como *Senna atomaria* (0.842) en el buffer de 5 km, *Bauhinia divaricata* (1.007) para el buffer de 10 km, *Manilkara zapota* (0.935) en el buffer de 20 km y *Metopium brownei* (0.940) para el buffer de 30 km (tabla 4).

Asimismo, se consideró las 10 especies endémicas con mayor VIR en los distintos buffers generados, destacando para todos los buffers especies como: *Hampea trilobata*, *Jatropha gaumeri*, *Lonchocarpus xuul* Lundell, *Lonchocarpus yucatanensis*, *Machaonia lindeniana*, *Neomillspaughia emarginata*, *Senegalia gaumeri* y *Thouinia paucidentata*. Caso contrario de *Colubrina greggii* var. *yucatanensis* y *Croton chichenensis*, por no presentarse en el buffer de 30 km. A diferencia de *Croton icche* y *Samyda yucatanensis*, que solamente se presentan en el buffer de 30 km. De igual manera, se observó las especies endémicas con mayor VIR presentes en todos los buffers generados como: *L. xuul*, *S. gaumeri* y *T. paucidentata*. Las especies con menor VIR encontrado fueron *L. yucatanensis* (0.350) para el buffer de 5 km, *C. chichenensis* (0.426 y 0.338) en el buffer de 10 y 20 km y *S. yucatanensis* (0.321) en el buffer de 30 km (tabla 5).

Por otra parte, en los diferentes buffers generados se fueron integrando secuencialmente registros de especies. Lo cual se consideró las 10 especies integradas con mayor VIR encontrado. Para el buffer de 10 km se agregó un total de 312 inclusiones, representado por *Eugenia aeruginea* (0.072 VIR), *Annona primigenia* (0.050) y *Amoreuxia*

*wrightii* (0.046). Del mismo modo, para el buffer de 20 km se integraron 404 especies, y se enlistaron con mayor VIR a *Cynodon dactylon* (0.055 VIR), *Euphorbia anychioides* (0.025), *Serjania pterarhra* (0.026) y *Urochloa brizantha* (0.025). Para el buffer de 30 km con 303 especies integradas, son representadas por *Ammannia robusta* (0.023 VIR) y *Arctostaphylos pungens* (0.023). (tabla 6).

### **Riqueza de especies**

Los buffers 5 y 30 km, se comportaron de manera similar en sus diferentes estimadores no paramétricos, alcanzando una asíntota definida, a excepción ACE, ICE, CHAO 1 y CHAO 2 que presentaron un crecimiento inicial alto. Por lo contrario, el buffer de 10 y 20 km no alcanzaron a estabilizarse en la asíntota (fig 7). En lo que respecta a la eficiencia de muestreo, se presenta un menor porcentaje para el buffer de 5 y 10 km con estimadores menores a 81%, diferente al buffer 20 y 30 km que presenta mayor eficiencia de muestreo con porcentajes mayores al 81% (tabla 3).

### **Porcentaje de especies presentes de cinco ZAAP en relación a un estudio florístico que cuente con listado florístico o análisis de la composición de especies de alguna ZAAP o ZANAP**

Se encontró tres estudios sobre levantamientos y composición florística que evaluaron una ZANAP (White et al. 1995; Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez 2012; Gutiérrez Báez et al. 2015), igualmente se consideró el Programa de Manejo del Parque Nacional Dzibilchaltún (PDMPND) (SEMARNAT 2016). Como resultado de la ZAAP más cercana, Kankí se relacionó con el estudio de Gutiérrez Báez et al. (2015), Calakmul con Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez (2012), Dzibilnocac con White et al. (1995) (af), Chacmultún con White et al. (1995) (ag), y Dzibilchaltún con el PDMPND.

Las cinco ZAAP presentan el mismo tipo de vegetación que los estudios analizados (tabla 7). El PDMPND registra el mayor número de especies en su estudio y mayor porcentaje (>80%) de presencia a partir del buffer de 10 km. Por lo contrario, el menor número de especies en su estudio y menor porcentaje de especies en los buffers generados, se registró para White et al. (1995) (ag) con 13 especies y cero por ciento para el buffer de 5 km. Los buffers de 20 y 30 km, presentaron un porcentaje mayor al 50% de las especies encontradas en los cuatro estudios seleccionados (tabla 7).

## **7.7 Discusión**

### **Zonas Arqueológicas y TV**

Los mayas habitaron en zonas y climas muy variados: desde los climas templados de Chiapas y Guatemala; las selvas del área central del Peten de Guatemala; las tierras bajas del estado de Campeche y Quintana Roo, hasta las tierras calcáreas del norte de la PY (IMTA 1988; Torrescano 2009). Sin embargo, su cronología y los diferentes eventos ocurridos (guerras, clausura de caminos comerciales, eventos climáticos y epidemias), nos ayudan a entender su llegada en los diferentes TV de la PY. Uno de los eventos principales documentados es lo ocurrido en el período preclásico, su primera gran florecencia de la

cultura maya, cuando se desarrolló el urbanismo en países como Guatemala y Belice. Pero se produjo un evento entre los años 150 y 200 d.C., las principales ciudades desde la costa del golfo de México en el norte hasta la costa del Pacífico en el sur fueron escalonadas o vaciadas durante una sequía en el momento del abandono preclásico, luego las poblaciones se recuperaron y la mayoría de las ciudades fueron reconstruidas y florecieron en los siguientes 300 años (Gill et al. 2007; Hammond 2008). Este evento origino el desplazamiento de la cultura maya al sur de Campeche, Quintana Roo y gran parte de la PY, en busca de nuevas tierras para subsistir (Gill et al. 2007; Ford y Nigh (2009). Esto se refleja en nuestro estudio con la presencia de 45 ZAAP entre el periodo clásico (30 ZAAP) y postclásico (15 ZAAP). Siendo los periodos de mayor expansión territorial, monocultivos y el incremento del uso de agua para su producción (Torrescano 2009). Del mismo modo, con el paso de los años desde su auge cultural (700-900 d.C.), seguida de un periodo de recuperación forestal prolongado (Turner et al. 2001; Turner et al. 2004), se registran 37 ZAAP ubicadas en las selvas más representativas de la región (Flores y Espejel 1994; Rzedowski 2006; CONABIO 1999), 18 en SMSC y 19 en SMSP, con precipitación anual por arriba de 1000 mm, 21 ZAAP se encuentran en suelos rendzina y seis en suelos litosol. Siendo factores abióticos con características particulares del cual la flora responde a su ambiente abiótico, al enmascarar cualquier tendencia positiva o negativa en los diferentes cambios de la vegetación, como su diversidad y composición de especies (Reich et al. 1999; Bell 2001; Morrone 2014; White et al. 1995, White et al. 2004; Chave 2008).

### **Zonas Arqueológicas y Estudios Florísticos**

En la presente recopilación de EF, el estado de Campeche se registra con mayor número de EF (33 EF), seguido de Yucatán (20 EF) y Quintana Roo (15 EF). Sin embargo, la ubicación de los sitios de muestreo (SM) encontrados por cada EF, se presenta para el estado de Yucatán (64 SM) con el mayor numero de sitios estudiados, seguido de Campeche (61 SM) y Quintana Roo (31 SM), ubicados principalmente en la SMSC (50 SM) y SMSP (49 SM). Estos resultados presentan diferencias con lo previsto por autores como Pérez-Sarabia et al. (2017) y Duno de Stefano et al. (2018), por mencionar al estado de Campeche con falta de estudios sobre su flora. Estas diferencias se pueden ver afectadas, por presentar en nuestros datos estudios basados fuertemente a la composición y estructura florística, al considerar un diámetro altura del pecho definido para sus recolectas botánicas. Siendo lo contrario para los estudios de Pérez-Sarabia et al. (2017) y Duno de Stefano et al. (2018), al analizar las colectas botánicas registradas de herbarios y estudios previos; por lo que probablemente intervienen a una mayor diversidad botánica.

Dicho lo anterior, al relacionar la diversidad biológica (vegetación y flora) de los EF con las ZAAP. El estado de Quintana Roo registró el menor número de EF y, por ende, las ZAAP menos analizadas. El estado de Campeche y Yucatán con mayor número de EF, fueron los mejores representados en su diversidad para las ZAAP. Sin embargo, el 53% de las ZAAP no presentan EF menores a 10 km de distancia en su zona de influencia (buffers), lo que es relevante al considerar los posibles cambios en la estructura y su composición de su flora resguardada, por el distanciamiento irregular entre los factores abióticos que intervienen en su definición en los diferentes tipos de vegetación (White et al. 1995, Bell 2001; White et al. 2004; Dzib-Castillo et al. 2014). Es bueno considerar, sumar a dichas áreas con alto valor histórico y cultural, el valor biológico, por lo que al implementar estos estudios es de gran importancia para contribuir con la flora perteneciente a las ZAAP y las ZANAP de la PY,

con el fin de informar e inducir el conocimiento a la conservación y programas de manejo (Ligorred 2013).

Por otra parte, al presentar diferentes eventos climáticos, periodos de sequías intensas (preclásico), la civilización maya llegó a una estabilidad climática y ambiental entre el periodo clásico y postclásico, lo cual permitió una creciente población y evidenciando el manejo de las selvas como la selección de especies arbóreas útiles, policultivos y sistemas de riego (Leyden 2002; Ford y Nigh 2009). Algunos autores (Gómez-Pompa et al. 1987; Whitmore y Turner 1992) mencionan que la mayor parte de las selvas en la PY fueron inalterados en el último milenio, aun reflejando las actividades de la cultura maya, sobre sus huertos con abundantes especies económicas para las prácticas forestales como: *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Spondias mombin* y *Piscidia piscipula* (Lambert y Arnason 1981; Rico Gray y García-Franco 1991; White et al. 2004). Similar a uno de los trabajos realizados por Ford y Nigh (2009), lo cual, reúnen y reevalúan los datos paleoambientales, etnobiológicos y arqueológicos de la cultura maya. Encontrando especies como las ya mencionadas para su manejo del ciclo milpa y adaptando la recuperación de la selva según sus necesidades. Así mismo, se registraron estudios presentes en ZANAP como White et al. (1995) y Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez (2012) (a), donde se observa claramente un conjunto de especies dominantes como *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Thouinia paucidentata*, *Spondias mombin*, *Piscidia piscipula* y *Karwinskia humboldtiana*. Al igual que otras especies que conforman la comunidad única como *Thouinia paucidentata*, *Bunchosia swartziana*, *Manilkara zapota*, *Pithecellobium leucospermum*, *Semialarium mexicanum*, *Eugenia axillaris*, *Exostema caribaeum*, *Bourreria pulchra*, *Cordia gerascanthus*, *Krugiodendron ferreum* y *Karwinskia humboldtiana* (Chan Dzul 2010; Rodríguez-Sánchez 2019; Avilés-Ramírez 2018; Esperanza Olguín et al. 2017).

Con respecto a las especies mencionadas, diferentes autores señalan a *B. alicastrum* como una especie muy relevante, dominante en las selvas altas perennifolias, medianas subperennifolias y medianas subcaducifolias (Martínez y Galindo-Leal 2002; Pennington y Sarukhán 2005; Bonilla-Moheno y Holl 2010); desarrollándose en suelos bien drenados, sobre calizas con alta pedregosidad (Vega-López et al. 2003). Similar a lo encontrado por White et al. (1995) y Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez (2012), al considerar a *B. alicastrum* por su alta densidad sobre las estructuras prehispánicas (suelos muy pedregosos), a diferencia de los lugares planos e inundables. Todo lo contrario de *B. simaruba* y *M. zapota*, lo cual su crecimiento se da en una amplitud grande de condiciones ecológicas (Carnevali et al. 2010). Estos estudios nos ayudan a entender que las diferentes condiciones abióticas en las selvas tropicales, como el clima (precipitación y temperatura) y la edafología, presentan diferentes filtros ambientales que influyen en el establecimiento de las plantas arbóreas (Meli et al. 2015; Conserva et al. 2018). Por ejemplo, los lugares planos o inundables presentes en algunas partes de la PY, posiblemente como evidencias de las actividades agrícolas mayas (Miranda 1958; Harrison 1990), son un importante filtro ambiental por la duración y el nivel de inundación, lo que nos lleva considerablemente a extinciones locales de especies incluso dentro del mismo género y conduciendo a un agrupamiento filogenético (Webb 2000). De igual manera, autores como Rico-Gray y García-Franco (1991), mencionan que la presencia de las especies maderables y árboles frutales en los sitios mayas están correlacionadas principalmente a las características ecológicas, considerando igualmente a la precipitación como un factor abiótico importante para definirlas.

## Asociaciones botánicas entre los buffers generados, riqueza de especies y las ZAAP

El análisis de similitud ANOSIM encontró diferencias significativas en los buffers 10, 20 y 30 km, a excepción del buffer de 5 km que no presentó diferencias significativas. Los resultados del MDS muestra un solapamiento entre las ZAAP en el buffer de 5 km (fig. 5), similar a lo encontrado en la riqueza de especies (fig. 7), al hallar una estabilidad en la asíntota a partir de la ZAAP número 15, lo cual posiblemente presenta una composición florística muy heterogénea (Fernández 2013; Ligorred 2013). Lo contrario para los buffers con diferencias significativas y una buena afinidad entre los TV que los representan, por ejemplo el buffer de 30 km que se relaciona de igual manera con la riqueza de especies, al presentar una estabilidad de la asíntota a partir de la ZAAP número 30, esto corresponde con lo mencionado por autores como Gallardo et al. (2005), Pinelo (2000), Mueller-Dombois y Ellenberg (2002) y Gentry (1988), al considerar a las unidades pequeñas de muestreo aptas para bosques homogéneos y las unidades grandes para bosques heterogéneos como los diferentes TV en la PY. Así mismo, se puede observar que la mayor eficiencia de muestreo (> 81%) se presenta en el buffer de 20 y 30 km. Por lo tanto, el agrupamiento similar de las ZAAP en el buffer de 5 km, la integración de especies registradas para cada ZAAP en los buffers generados (10, 20 y 30 km); como su mayor afinidad entre sus tipos de vegetación. Posiblemente se debe, al mostrar una tendencia en realizar recolectas botánicas en áreas con facilidad de acceso y presentar bajos registros para algunas especies en áreas determinadas (MacDougall et al. 1998; Duno de Stefano et al. 2018), afectando la similitud o disimilitud en su composición florística de las ZAAP para la PY.

En términos de riqueza de especies, Dzibilchaltún (Yucatán) registró el mayor número de especies en los buffers 10, 20 y 30 km (803, 1026 y 1164 especies, respectivamente). Esta respuesta puede deberse por lo encontrado en la relación que existe entre los EF y cada ZAAP (zonas de influencia y sus distancias), mostrando que Dzibilchaltún presenta la mayoría de sus EF por arriba de 20 km de distancia, localizada en una zona de fácil acceso y considerada como una zona turística importante (SEMARNAT 2016). En cuanto a Cobá (Quintana Roo), registra el mayor número de especies (575 especies) en el buffer de 5 km, no cuenta con ningún EF en su zona de influencia, pero si una zona de fácil acceso, ubicada a 47 km del poblado de Tulum en la carretera federal No. 307. Caso contrario para Santa Rosa Xtampak que registra un bajo número de especies en el buffer de 5 km (32 especies), los EF (4 EF) por arriba de 20 km de distancia y no presenta zona de fácil acceso, al ubicarse a unos 35 km de distancia de la carretera federal No. 261. De manera que estos resultados posiblemente se relacionan con lo mencionado anteriormente por autores como MacDougall et al. (1998) y Duno de Stefano et al. (2018).

Con respecto a las 10 especies con mayor VIR encontrado (tabla 4), seis especies se registran en los cuatro buffers generados. La presencia de estas especies puede verse favorecida, por registrarse como amplia distribución (*Bursera simaruba*, *Gymnopodium floribundum*, *Lysiloma latisiliquum* y *Piscidia piscipula*) y especies endémicas de la región (*Lonchocarpus xuul* y *Thouinia paucidentata*) (Carnevali et al. 2010). De estas especies, sobresalen con mayor VIR en los buffers 5, 10 y 20 km, *B. simaruba* (1.679, 2.708, 3.657, respectivamente) y *L. xuul* (1.549, 2.503, 2.433, respectivamente), a excepción del buffer de 30 km que registro a *Cryosophila stauracantha*, con un VIR muy elevado (6.877). Respecto a *C. stauracantha*, es considerada como una especie de alta distribución y amenazada bajo criterios de la NOM-059 SEMARNAT-2010 (Carnevali et al. 2010), pareciera que no es



sensible a las variaciones ambientales, sin embargo, es sensible por sus mecanismos de dispersión a escala local; la cual determinan la variación en la abundancia de la especie (Alvarado et al. 2012; Alvarado et al. 2013). Esto permite expresar la presencia de un VIR mayor hasta el buffer de 20 y 30 km, posiblemente por encontrarse en las condiciones ecológicas idóneas (Alvarado et al. 2012; Alvarado et al. 2013).

De igual manera, las 10 especies con mayor VIR son consideradas para algún uso en la etnobotánica como: construcción, medicinal, alimentación, ornamental, mágico religioso, leña, utensilios, maderable, extracción de fibra, melífera y forrajera (Carnevali et al. 2010). Muy similar a lo encontrado en el estudio realizado por Ford y Nigh (2009), al analizar los registros paleoecológicos previos de la región maya, el estudio se relacionó por mencionar a especies consideradas en El ciclo Milpa - Jardín forestal (*B. simarouba*, *M. zapota*, *P. piscipula* y *Vitex gaumeri*) y registrarse dentro las 10 especies con mayor VIR para nuestro estudio. Al igual de árboles maderables y no maderables como: *Alseis yucatanensis*, *Aspidosperma desmanthum*, *Cryosophila stauracantha*, *Lonchocarpus castilloi*, *Pouteria campechiana*, *Pouteria reticulata*, *Spondias mombin*, *Swietenia macrophylla* y *Zuelania guidonia*.

Con respecto al número de especies endémicas, se registró a Chichén Itzá y Balamcanché con un número mayor a 60 especies en los cuatro buffers generados. En cuanto al buffer de 20 km se observaron siete ZAAP (Xpuhil, Becán, Chicanná, Dzibilchaltún, Chichén Itzá, Balamcanché y El Hormiguero) con un número mayor a 70 especies. Para el buffer de 30 km se registró seis ZAAP (Dzibilchaltún, Xpuhil, Chicanná, Becán, El Hormiguero y Balamcanché) con un número mayor a 80 especies. Estas ZAAP se encuentran ubicadas principalmente en los estados de Campeche y Yucatán, siendo los estados mejor representados por los diferentes EF registrados en la PY. Por otra parte, las 12 ZAAP definidas ante decreto de la LFZAAH (2018) (Apéndice 3), obtuvieron un mayor número de especies endémicas en las ZAAP decretadas en los años 1969 (El Meco) y 1986 (Chichén Itzá), seguida de los años noventa para la ZAAP de Tulum y Xcaret. En lo que respecta al año 2002 se registraron ocho ZAAP (Becán, Dzibilnocac, Edzná, El Tigre, Xpuhil, Kohunlich, Playa del Carmen (Xamanhá) y Xelhá), con menor número de especies endémicas (Apéndice 3). Se observa de manera que cuando es decretada una ZAAP, cumple con ciertas características como áreas de conservación y patrimonio cultural nacional, establecidos bajo un régimen de conservación integral a mediano y largo plazo (LGEEPA 2012; LFZAAH 2018), lo cual pasan a ser zonas de refugio para la flora y especies endémicas de la región.

En relación a las especies endémicas con mayor VIR, es interesante notar a *L. xuul*, *T. paucidentata* y *Senegalia gaumeri* (tabla 5), por encontrarse en todos los buffers generados y estar consideradas dentro las 10 especies con mayor VIR general (tabla 4). Por lo que podemos mencionar que presentan un valor característico de la flora resguardada para las ZAAP de la PY. Por otra parte, *Croton icche* se registró en los buffers 20 y 30 km, algunos autores (Martínez y Galindo-Leal 2002; García-Licon 2014), la consideran conjuntamente con *Croton arboreus*, *Lonchocharpus guatemalensis* y *L. latisiliquum*, en presentarse en sitios perturbados por el cambio de uso de suelo (agricultura, tala e incendios), incluso si los cambios continúan es posible la modificación de la estructura y composición, convirtiéndola en una selva madura de origen secundario dominada por *B. simarouba* o *L. latisiliquum* (García-Licon 2014), especies registradas dentro las 10 especies con mayor VIR en nuestro

estudio. Así mismo, la especie *Samyda yucatanensis* se presenta en el buffer de 30 km, una especie no considerada comúnmente como ornamental, pero su presencia posiblemente sea lo contrario, por sus vistosas flores y agradable aroma es una especie con un alto potencial para ser usada con fines ornamentales (Calvo 2014), al registrarse con mayor frecuencia en determinadas ZAAP (Balamkú, Chunhuhub, Kabah, Labná, Loltún, Sayil y Xlapak.) que se encuentran en un área no mayor a 50 km<sup>2</sup>.

Es importante mencionar que las diferentes ZAAP en la PY, están ligadas generalmente a monumentos arquitectónicos fuera de los núcleos de población, estando destinadas para el consumo del turista nacional y extranjero principalmente (Ligorred 2013; Benavides 2014; INAH 2009). Lo cual se ven constantemente amenazados en los últimos años por carecer de una adecuada planeación social y ambiental, en algunos casos pasan por alto las leyes federales por el impulso a proyectos como la industria de turismo y extendiéndose en las dos últimas décadas (Cáseres 2011; Capurro et al. 2012) Para ello, es indispensable obtener propuestas de planes de manejo, en las diferentes ZAAP y ZANAP, al considerar lo mencionado por autores como Fernández (2013) y Ligorred (2013), en realizar una recopilación de los componentes geográficos, botánicos, antropológicos y étnicos de la zona, de cierta manera la mayor cantidad de información del sitio. Para crear escenarios, como propuestas de soluciones posibles y determinar la más indicada dependiendo del sitio arqueológico.

### **Relación del porcentaje de especies presentes entre cuatro EF y cinco ZAAP**

Al comparar el porcentaje de especies entre los EF y los buffers de cada ZAAP (Kanki, Calakmul, Dzibilnocac, Chacmultún y Dzibilchaltún), se obtuvieron porcentajes menores de 70% de sus especies compartidas para los buffers 5, 10 y 20 km en dos ZAAP (Kanki con Gutiérrez Báez et al. (2015); Dzibilnocac con White et al. (1995) (af)). Caso contrario con las ZAAP de Calakmul, Chacmultún y Dzibilchaltún, para los estudios de Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez (2012) (a), White et al. (1995) (ag) y PDMPND (SEMARNAT 2016), que presentan un porcentaje mayor del 80% de especies compartidas en los buffers de 20 y 30 Km. Es relevante notar la relación entre la ZAAP Dzibilchaltún y el estudio PDMPND (SEMARNAT 2016), al presentar porcentajes por arriba del 80% en todos los buffers generados, posiblemente este resultado se debe al tomar en cuenta el estudio base de Carnevale et al. (2010), en su identificación y listado de especies.

Con el fin de contribuir con la diversidad de la flora perteneciente a las diferentes ZAAP de la PY, analizando los diferentes resultados obtenidos sobre la intersección entre los EF, recolectas botánicas CONABIO (2019) y las ZAAP. Nos permite responder que los buffers de 20 y 30 km, nos dan las pautas necesarias para identificar la diversidad de especies de flora asociadas a las diferentes ZAAP de la PY.

## **7.8 Conclusión**

Los resultados de este estudio determinan que el 72% de las ZAAP de la PY, se ubican principalmente en los tipos de vegetación como la SMSC (18 ZAAP) y SMSP (19 ZAAP), localizadas en las partes norte y sur de la región. Se encontraron 36 ZAAP con al menos un

estudio florístico dentro del buffer de 30 km, el 47% de las ZAAP presenta registros mayores a cuatro EF y el 44% presenta al menos un EF menor a 10 km de distancia. Los EF son muy limitados para el estado de Quintana Roo y mayores para los estados de Campeche y Yucatán, sin embargo, existen vacíos de información botánica en la región, lo que nos implica a no contar con información botánica considerable para las ZAAP en la PY. Con respecto a lo analizado sobre los diferentes buffers generados y la intersección con los registros botánicos, el buffer de 20 y 30 km son los más estables para realizar una estimación de las especies posibles en las diferentes ZAAP de la región. Por otra parte, las ZAAP con decreto pasan a ser zonas de refugio para la flora y especies endémicas de la región. Esta estimación nos puede dar pautas iniciales de la diversidad con que contamos, con el fin de establecer un aporte a la investigación de la flora para los sitios arqueológicos de la región.

## 7.9 Agradecimientos

El primer autor agradece a la beca CONACYT 2018-000068-02NACF para estudios de posgrado. El segundo autor agradece al proyecto Fordecyt-Pronaces 18/2020 por el financiamiento otorgado. WCI agradece al proyecto Consolidación de la Unidad de Conservación de Flora Nativa de la Península de Yucatán: estrategia para integrar y promover el conocimiento etnobotánico con fines de investigación, formación de recursos humanos, conservación, uso y manejo sustentable FORDECYT-PRONACES/18/2020 (Proyecto: 0000000000304952). ENS agradece al proyecto Cátedras Conacyt # 364 Reconversión productiva sustentable para el desarrollo de los productores rurales de Campeche.



## 7.10 Referencia

- Albor Pinto, C., Tun Garrido, J., & Ortiz Díaz, J. J. (2017). Diversidad, estructura y afinidades florísticas de un bosque temporalmente inundable de la Península de Yucatán. *Revista de Biología Tropical*, 65 (3), 868–880.
- Alvarado-Segura, A. A., Calvo-Irabién, L. M., Duno de Stefano, R., & Balslev. (2012). Palms species richness, abundance and diversity in the Yucatan Península, in a neotropical context. *Nordic Journal of Botany*, 30, 613–622
- Alvarado-Segura, A. A., Calvo-Irabién, L. M., Duno de Stefano, R., & Balslev. (2013). *Patrones de diversidad en comunidades de palmas (Arecaceae) en selvas medianas de la Península de Yucatán: determinantes ambientales y espaciales*. Tesis Doctoral. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Posgrado en Ciencias Biológicas. Mérida, Yucatán, México.
- Avilés-Ramírez, G. A., Candelaria-Martínez, B., Sandoval-Gío, J. J., Chan-Uc, D. M., Chan-Coba, J. G., Medina-García, M., & Rodríguez-Ávila, N. L. (2018). Diversidad florística de un ecosistema de franja costera en Campeche, México. *Ecosistemas*, 27 (3), 123–129. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1581>
- Báez-Vargas, A.M., Esparza-Olguín, L., Martínez-Romero, E., Ochoa-Gaona, S., Ramírez-Marcial, N., & González-Valdivia, N. A. (2016). Efecto del manejo sobre la diversidad de árboles en vegetación secundaria en la reserva de la biosfera de Calakmul, Campeche, México. *Biología Tropical*, 65 (1), 41–53.
- Bray, J. R., & Curtis, J. T. (1957). Una ordenación de las comunidades forestales de tierras altas del sur de Wisconsin. *Monografías ecológicas*, 27 (4), 325–349. Doi: 10.2307 / 1942268
- Bonilla Barbosa, J. R. (2004). Flora acuática vascular del área focal Felipe Carrillo Puerto, Corredor Biológico Sian Ka'an-Calakmul, Quintana Roo, México. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. Y025. México D. F. (Edición digital: CONABIO 2006).

- Bonilla-Moheno, M., & Hol, K. D. (2010). Direct seeding to restore tropical mature forest species in areas of slash-andburn agriculture. *Restoration Ecology*, 18, 438–445. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00580.x>
- Bosque-Sendra, J., Díaz-Castillo, C., Díaz-Muñoz, M. A., Gómez-Delgado, M., González-Ferreiro, D., Rodríguez-Espinosa, V. M., & Salado-García, M. J. (2004). Propuesta metodológica para caracterizar las áreas expuestas a riesgos tecnológicos mediante SIG. Aplicación en la comunidad de Madrid. *GeoFocus*, 4, 44–78.
- Escoto P., J. C. (1987). *Estudio florístico-sinecológico de una selva mediana subperennifolia en la parte central de Quintana Roo*. Tesis profesional. Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guadalajara.
- Fernández O., B. (2013). Los planes de manejo en zonas arqueológicas como herramienta para el desarrollo local. UNAM. *Revista Electrónica del Centro de Estudios en Administración Pública de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales*, Universidad Nacional Autónoma de México. No. 13
- Benavides R., A. (2014). Sistemas de conocimiento Mayas y turismo Premium en la Península de Yucatán. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio*. 12 (4), 885-898.
- Bernard, H. R. (2006). *Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches*. 4th ed. Alta Mira Press. American National Standard for Information Sciences-Permanence of Paper for Printed Library Materials, ANSI/NISO Z39.48–1992.
- Bell, G. H. (2001). Neutral macroecology. *Science*, 293, 2413–2417.
- Calvo I, L. M. (2014). *Samyda yucatanensis: el jazmín yucateco*. *Desde el Herbario CICY*, 6, 119–121
- Carnevali, G., Ramírez-Morillo, I., & González-Iturbe, J. A. (2003). Flora y vegetación de la Península de Yucatán. En: P. Colunga García-Marín y Larqué-Saavedra A. (Eds.), *Naturaleza y Sociedad del Área Maya: Pasado, Presente y Futuro*, (pp. 53-68). Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida
- Carnevali Fernández-Concha, G., Tapia-Muñoz, J. L., Duno de Stefano, R., & Ramírez-Morillo, I. M. (2010). *Flora ilustrada de la Península de Yucatán: Listado*

*Florístico*. Mérida: Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. ISBN 9686077823070

- Coronado Avila, A. del S., Castro Pérez, J. M., & Torres Lara, R. (2015). Estructura del estrato arbóreo circundante de un cenote, Km 37 carretera Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, México. *Teoría y Praxis*, 19, 45–63. <https://doi.org/10.22403/UQROOMX/TYP19/03>
- Carrasco R. V. (1996). Calakmul, Campeche. Arqueología de una “superpotencia”. *Arqueología Mexicana*, 18, 46–51.
- Carreón-Santos, R. J., & Valdez-Hernández, J. I. (2014). Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 20, 119–130.
- Cortés-Castelán, J. C., & Islebe, G. A. (2003). Influencia de factores ambientales en la distribución de especies arbóreas en las selvas del sureste de México. *Revista de Biología Tropical*, 53 (1-2), 115–133.
- Capurro F. L., Franco C. J., & Benavides, R. A. (2012). “Turismo Premium, Patrimonios en riesgo y Zonas Marítimo Terrestres en la Península de Yucatán”. Suplemento Científico y Cultural “Unicornio”, ¡del periódico Por Esto! el domingo 10 de junio, num. 1101.
- Cáliz de D, H. (2014). Vegetación de humedales en áreas de turismo de aventura en la zona Maya de México. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 4 (2), 88–103.
- Ceccon, E., Olmsted, I., Vázquez-Yanes †, C., & Campo-Alves, J. (2002). Vegetation and soil properties in two tropical dry forests of differing regeneration status in yucatan. *Agrociencia*, 36, 621–631.
- Chan-Dzul, A. M. (2010). *Diversidad florística y funcional a través de una cronosecuencia de la selva mediana subperennifolia en la zona de influencia de la reserva de la biosfera de Calakmul, Campeche, México*. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.
- Chave, J. (2008). Spatial variation in tree species composition across tropical forests: pattern and process. In: *Tropical forest community ecology*. (pp. 11-30). (Eds. S. SCHNITZER et W. CARSON). Wiley/Blackwell, West Sussex.

- Chiquini-Heredia, W., Esparza-Olguín, L., Peña-Ramírez, Y., Maya-Martínez, A., & Martínez-Romero, E. (2017). Estructura y diversidad en selva inundable al centro y sur de Calakmul. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4, 511–524
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18 (1993), 117–143.
- Chazdon, R. L., Colwell, R. K., Denslow, J. S., & Guariguata, M. R. (1998). Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forest of northeastern Costa Rica. En: Dallmeier F. y Comiskey J.A. (Eds.), *Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modelling*, (pp. 285-309), The Parthenon Publishing Group, París.
- Conserva, A., Campana-Camargo, J. L., García de Santana, D., & Piedade, M. T. F. (2018). Germinative behavior of ten tree species in white-water floodplain forest in central Amazonia. *Folia Geobotanica*, 53 (1), 89–101. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12224-017-9284-1>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (1999). Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO, escala 1:1000000. Publicación 11-05-2008. Recuperado el 20 noviembre, 2019 de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (1995). Edafología. Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Publicación 06-03-2008. Recuperado el 20 noviembre 2019 de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO (2019). Registros de ejemplares de plantas. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Publicación 02-04-2019. Recuperado el 20 noviembre 2019 de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.
- Colwell, R. K. (2013). EstimateS 9.1.0. Statistica Estimation of Species Richness and Shared Species for Simples. Recuperado de: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>

- Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 345, 101-118.
- Cortés-Castelán, J. C., & Islebe, G. A. (2003). Influencia de factores ambientales en la distribución de especies arbóreas en las selvas del sureste de México. *Revista de Biología Tropical*, 53, 115–133.
- Cáseres, F. I. (2011). *¿Quiénes lucran con el patrimonio cultural en México?*. (Eds.), Mérida, Yucatán Unas Letras Industria Editorial ©2011.
- Díaz Gallegos, J., Castillo Acosta, O., & García Gil, G. (2002). Distribución espacial y estructura arbórea de la selva baja subperennifolia en un ejido de la reserva de la biosfera Calakmul, Campeche, México. *Universidad y Ciencia*, 18, 11–28.
- Duno de Stefano, R., Ramírez Morillo, I., Tapia-Muñoz, J., Hernández-Aguilar, S., Lorena-Can, L., Cetzal-Ix, W., & Carnevali Fernández-Concha, G. (2018). Aspectos generales de la flora vascular de la Península de Yucatán Mexicana. *Botánica Sciences*, 96, 515–532.
- Duran, G. G. (1995). Diversidad florística de los Petenes de Campeche. *Acta Botánica Mexicana*, 31, 73–84.
- Durán, R., Tun, F., Méndez, M., Sima, P., & Juan-Qui, M. (1997). Listado Florístico de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- Dupuy, J. M., Hernández-Stefanoni, J. L., Hernández-Juárez, R. A., Tetetla-Rangel, E., López-Martínez, J. O., Leyequién- Abarca, E., Tun-Dzul, F. J., & May-Pat, F. (2011). Patterns and correlates of tropical dry forest structure and composition in a highly replicated chronosequence in Yucatán, Mexico. *Biotropica*, 44, 151–162. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00783.x>
- Dzib-Castillo, B., Chantásig-Vaca, C., & González-Valdivia, N. A. (2014). Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 167–178.

- Echeverría, R. F., Arreola, E. J., Esparza, O. L., Morales, R. V., & López, T. J. (2014). Análisis de la composición y estructura de la selva mediana subperennifolia del Ejido Pachuitz, Hopelchén, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 16 (2), 1–10.
- Esperanza O, L. G., & Martínez-Romero, E. (2017). Diversidad y carbono almacenado en el área forestal permanente de Álvaro Obregón, Calakmul, Campeche. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9 (45), 152–186. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i45.141>
- Estrada-Belli, F. (2011). *The First Maya Civilization: Ritual and Power Before the Classic Period*. Abingdon, 1ra Edición, 192 pp, UK and New York, US.
- Flores, J. S., y Espejel, M. I. (1994). Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. En: J. S. Flores (Ed.), *Etnoflora Yucatanense* (pp. 1–135). Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Ford, A. y Nigh, R. (2009). "Origins of the Maya Forest Garden: Maya Resource Management", *Journal of Ethnobiology*, 29 (2), 213–236.
- García Jiménez, L. M. (2017). *Diversidad y estructura de especies leñosas en dos condiciones de selva mediana subperennifolia en Escárcega Campeche*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 54p.
- García-Licona, J., Esparza-Olguín, L., & Martínez-Romero, E. (2014). Estructura y composición de la vegetación leñosa de selvas en diferentes estadios sucesionales en el ejido el Carmen II, Calakmul, México. *Polibótanica*, 38, 1– 26.
- Gentry, A. H. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75, 1–34.
- Gill, R. B., Mayewski, P. A., Nyberg, J., Haug, G. H., & Peterson, L. C. (2007). Drought and the maya collapse. *Ancient Mesoamerica*, 18, 283–302.
- Gómez-Pompa, A., Salvador Flores, J., & Sosa, V. (1987). La " mascotakot ": un bosque tropical artificial de los mayas. *Interciencia*, 12, 10–15.
- González I, J. A., Olmsted, I., & Tun-Dzul, F. (2002). Tropical dry forest recovery after long term Henequen (sisal, *Agave fourcroydes* Lem.) plantation in northern Yucatán, México. *Forest Ecology and Management*, 167, 67–82.

- Gallardo-Cruz, J. A., Meave, J. A., & Pérez García, E. A. (2005). Estructura y composición y diversidad de la selva baja caducifolia del cerro Verde, Nizanda (Oaxaca), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 76, 19–35
- Glover, J. B., Rissolo, D., & Mathews, J. P. (2011). The archaeology of maritime landscapes. In: Ford, B. (Ed.), *When the Land Meets the Sea* (pp. 195–216). New York, New York, NY: Springer.
- Merediz, G. A. (2003). Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Coordinador de proyectos Amigos de Sian Ka'an A.C., Cancún, Quintana Roo México
- González-Iturbe, J.A., Olmsted, I., & Tun-Dzul, F. (2002). Tropical dry forest recovery after long term Henequen (sisal, *Agave fourcroydes* Lem.) plantation in northern Yucatán, México. *Forest Ecology and Management*, 167, 67–82.
- Guadarrama, P., Ramos Zapata, J., Salinas Peba, L., Hernández Cuevas, L., & Castillo-Argüero, S. (2012). La vegetación de dunas costeras y su interacción micorrícica en Sisal, Yucatán: una propuesta de restauración. En: Sánchez A. J., Chiappa-Carrara X. y Brito P. R. (Eds.), *Recursos acuáticos costeros del sureste* (pp. 159-180), Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica, CONACyT-Gobierno del estado de Yucatán, Mérida.
- Guadarrama, P., Salinas-Peba, L., Chiappa-Carrara, X., & Ramos-Zapata, J. A. (2018). Florística, composición y estructura de las comunidades vegetales de la porción occidental de la reserva estatal ciénegas y manglares de la costa norte de Yucatán. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89, 784–805.
- Guadarrama, P., Salinas-Peba, L., Garcíabielma, M., Endañú-Huerta, E., Hernández-Cortés, J., & Ramos-Zapata J. A. (2014). Nota sobre la florística y estado de conservación de remanentes de vegetación pionera de duna costera de Isla del Carmen, Campeche, México. *Botanical Sciences*, 92 (3), 453–456.
- Gutiérrez-Báez, C., Pech-Chan, S., Noriega-Trejo, R., & Zamora-Crescencio, P. (2018). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de San Antonio Cayal, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 2 (1), 1–10.
- Gutiérrez Báez, C., Zamora-Crescencio, P., & Cabrera-Mis, G. (2015). Estructura y composición florística de la selva mediana subperennifolia de Jaina, Hecelchakán, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 17 (1), 17–26.

- Gutiérrez Báez, C., Zamora-Crescencio, P., & Hernández-Mundo, S. (2014). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de San Agustín Olá, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 16 (1), 17–24.
- Gutiérrez Báez, C., Zamora-Crescencio, P., & Puc-Garrido, E. (2013). Estructura y composición florística de la selva mediana subperenifolia de Hampolol, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 15 (1), 1–8.
- Gutiérrez Báez, C., Zamora-Crescencio, P., & Villega, P. (2016) (b). Listado florístico del municipio de Campeche, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 18 (1), 1–16.
- Gutiérrez-Báez, C., Folan, W., Folan, L., Gallegos, S., & Zamora-Crescencio, P. (2017). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de Imí, Campeche, Mexico. *Foresta Veracruzana*, 19, 1–8.
- Gutiérrez-Báez, C., Ortiz-Díaz, J. J., Flores-Guido, J. S., Zamora-Crescencio, P., Domínguez, C., Domínguez Carrasco, M., & Villegas, P. (2011). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de Nohalal-Sudzal Chico, Tekax, Yucatán, México. *Foresta Veracruzana*, 13 (1), 7–14.
- Gutiérrez-Báez, C., Zamora-Crescencio, P., & Cabrera-Mis, G. G. (2016) (a). Estructura y composición florística de la selva mediana subperennifolia El Remate, Calkiní, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 18 (2), 1–12.
- Gutiérrez-Báez, C. y Zamora-Crescencio, P. (2012) (b). Especies leñosas de la selva baja caducifolia de Xmatkuil, Yucatán, México. *Foresta Veracruzana*, 14, 9–14
- Gutiérrez Báez, C., Zamora-Crescencio, P., & Hernández-Mundo, S. C. (2012) (a). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de Mucuychacán, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 14 (1), 9–16.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25, 1965–1978.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST:Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1), 9. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)



- Hammond, N. (2008). Ciudades mayas preclásicas, raíces y evolución: El preclásico medio en cuello, Belice. *Boston University*, 31, 149–161.
- Harrison, P. D. (1990). The revolution in ancient maya subsistence. En: Clancy F.S. y Harrison P.D. Eds. *Vision and Revision in Maya Studies*, (pp. 99-124), University of New Mexico Press, Albuquerque, Nuevo México.
- Hernández-Méndez, J. R. (2017). *Estructura y diversidad de especies en dos localidades de selva mediana subperennifolia en el ejido la Lucha, Quintana Roo*. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo Coahuila. 78p.
- Hernández-Ramírez, A. M., & García-Méndez, S. (2015). Diversidad, estructura y regeneración de la selva tropical estacionalmente seca de la Península de Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical*, 63 (3), 603–616.
- Instituto Nacional de Antropología e Historia. (INAH) (2009). Turismo Cultural. Boletines. Recuperado de: <https://www.inah.gob.mx/boletines/2963-turismo-cultural>
- Instituto Mexicano De Tecnología Del Agua (IMTA) (1983). La flora más representativa del oriente de Yucatán) sus usos e importancia. Comisión Nacional del Agua.
- Instituto Mexicano De Tecnología Del Agua (IMTA) (1983). La flora más representativa del oriente de Yucatán) sus usos e importancia. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Nacional del Agua.
- INAH, (15 de enero de 2019). Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Obtenido de <https://www.inah.gob.mx/zonas-arqueologicas>
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological Methodology*. University of British Columbia. *Harper Collins Publishers*. New York (USA). 654 p.
- Raup, D., & Crick, R. E. (1979). Measurement of faunal similarity in paleontology. *Journal of Paleontology*, 53, 1213–1227.
- Kantún-Balam, J., Salvador-Flores, J., Tun-Garrido, J., Navarro-Alberto, J., Arias-Reyes, L., & Martínez-Castillo, J. (2013). Diversidad y origen geográfico del recurso vegetal en los huertos familiares de Quintana Roo, México. *Polibotánica*, 36, 163–196.
- Kenkel, N. C., & Orlóci. L. (1986). Applying metric and nonmetric multidimensional scaling to ecological studies: some new results. *Ecology*, 67, 919–928.

- Lambert, J. D. H., & Arnason, T. (1981). Ruinas de Ramón y Maya: una relación ecológica, no económica. *Science*, 216, 298–299.
- LFZAAH, (2018). Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de mayo de 1972. Última reforma publicada DOF 16-02-2018.
- LGEEPA, (2012). Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Publicada en el D.O.F. el 28 de enero de 1988. Reformada mediante decreto publicado en el D.O.F. el 13 de diciembre de 1996, Última reforma publicada en el D.O.F. el 04 de junio de 2012.
- Leyden, B. W. (2002). Pollen evidence for climatic variability and cultural disturbance in the Maya lowlands. *Ancient Mesoamerica*, 13, 85–101.
- Ligorred, P. J. (2013). *La gestión de los sitios arqueológicos en áreas urbanas del estado de Yucatan, Mexico*. Tesis Doctorado. Universitat de Barcelona. Barcelona, Catalunya.
- López-Gómez., A. M., & Williams-Linera., G. (2006). Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de Riqueza de Especies de Plantas Leñosas en Cafetales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 78, 7–15.
- López-Jiménez, L. N., Durán-García, R., & Dupuy-Rada, J. M. (2019). Recuperación de la estructura, diversidad y composición de una selva mediana subperennifolia en Yucatán, México. *Madera y Bosques*, 25, 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073660>
- López-Martínez, J., Sanaphre-Villanueva, L., Manuel Dupuy, J., Hernández-Stefanoni, J. L., Meave, J. A., & Gallardo-Cruz, J. A. (2013).  $\beta$ -Diversity of Functional Groups of Woody Plants in a Tropical Dry Forest in Yucatan. *PLoS ONE*, 8 (9), e73660.
- MacDougall, A. S.; Loo, J. A., Clayden, S. R., Goltz, J. C., & Hinds H. R. (1998). “Defining conservation priorities or plant taxa in southeastern New Brunswick, Canada using herbarium records”. *Biological Conservation*, 86, 325–328.
- Mendoza-Arroyo, G. E., Navarro-Martínez, A., Ochoa-Gaona, S., & Van der Wal, H. (2011). Arquitectura arbórea y desarrollo del bosque de *Guaiacum sanctum* L. en Balam-

- kin, Campeche, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 7, 215–224. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.11.114>
- Mendoza Arroyo, G. E. (2016). Inventario florístico y entomofaunístico en tres objetos de conservación ecosistémicos en las zonas núcleo de las reservas estatales de Balamkú y Balam-kin, Campeche. Informe final del Proyecto JF128. Secretaría de Educación Pública Instituto Tecnológico de Chiná.
- Martínez, E., Sousa, S., & Ramos A, CH. (2001). Listados Florísticos De México; XXII. Región De Calakmul, Campeche. Primera edición. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: <http://www.ibiologia.unam.mx/BIBLIO68/fulltext/lf22.pdf>
- Martínez, E., & Galindo-Leal, C. (2002). “La vegetación de Calakmul, México: clasificación, descripción y distribución”. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 71, 7–32.
- Miranda, F. (1958). Estudios acerca de la vegetación. En: (E. Beltran, ed.). *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. Tomo II: (pp. 215-271). Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables México.
- Miranda, F., & Hernández X, E. (1963). Los tipos de Vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, 29–179.
- Mizrahi, A., Ramon P. J. M., & Jiménez-Osornio, J. (1997). Composition, structure, and management potential of secondary dry tropical vegetation in two abandoned henequen plantations of Yucatan, Mexico. *Forest Ecology and Managemen*, 96, 273–282.
- Meli, P., Rey-Benaya, J. M., Martínez-Ramos, M., & Carabias, J. (2015). Effects of grass clearing and soil tilling on establishment of planted tree seedlings in tropical riparian pastures. *New Forests*, 46 (4), 507–525. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-015-9479-3>
- González de la Mota, A. B. (2010). *La Gestión del Patrimonio Arqueológico en México*. *Boletín Antropológico*, 37 (97).
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (2002). *Aims and methods of vegetation ecology*. The Blackburn Press, Caldwell, New Jersey. 547 p.

- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford, UK: Blackwell Publishing. 256 p.
- Morrone, J. J. (2014). Biogeográfica regionalización de la región neotropical. *Zootaxa*, 3782, 1–110. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3782.1.1>
- Ortiz-Díaz, J. J., 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.
- Pabon-Zamora, L., Bezaury, J.; Leon, F.; Gill, L.; Stolton, S.; Groves, A.; Mitchell, S., & Dudley, N. (2008). *Valorando la Naturaleza: Beneficios de las áreas protegidas*. Serie Guía Rápida, editor, J. Ervin. Arlington, VA: The Nature Conservancy. 34 pp. Recuperado de: <https://docplayer.es/13519800-Valorando-la-naturaleza-beneficios-de-las-areas-protegidas-una-guia-rapida-para-profesionales-en-areas-protegidas.html>
- Palacio A, A. G., Noriega Trejo, R., & Zamora Crescencio, P. (2002). Caracterización físico-geográfica del paisaje conocido como "bajos inundables". El caso del Área Natural Protegida Balamkín, Campeche. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, (49), 57–73
- Pennington, T. D., & Sarukhán, J. (2005). Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. UNAM-Fondo de Cultura Económica. México. 523 pp.
- Pérez-Sarabia, J. E., Duno de Stefano, R., Carnevali Fernández-Concha, G., Ramírez Morillo, I., Méndez-Jiménez, N., Zamora-Crescencio, P., Gutiérrez-Báez, C., & Cetzal-Ix, W. (2017). El Conocimiento Florístico De La Península De Yucatán, México. *Polibotanica*, 44, 39–49.
- Pinelo Morales, G. I. (2000). Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Turrialba, CR. CATIE (Serie Técnica, Manual Técnico No 40)
- Reich, P. B., Ellsworth, D. S., Walters, M. B., et al. (1999) Generality of leaf trait relationships: a test across six biomes. *Ecology*, 80, 1955–1969.

- Rico-Gray, V., & Garcia-Franco, J. G. (1991). The maya and the vegetation of the Yucatan Peninsula. *Journal of Ethnobiology*, 11 (1), 135–142. Retrieved from <https://ethnobiology.org/sites/default/files/pdfs/JoE/11-1/Rico-Gray.pdf>
- Rodríguez-Sánchez, P.V., Levy, S. I., Ramírez-Marcial, N., & Estrada-Lugo, E. (2019). Análisis comparativo de la vegetación de fundo legal y la vegetación madura en el poblado de Yaxcabá, Yucatán, México. *Botanical Sciences*, 97 (1), 50–64. <https://doi.org/10.17129/botsci.2024>
- Ruokolainen, K. y Tuomisto, H. (2002). Beta-Diversity in Tropical Forests. *Science*. 297(5586), 1439.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Sáizar, C., Serrano Migallón, F., & Arenzana Olvera, R. (2010). *Atlas de Infraestructura Cultural de México*. (A. F. Reyes, Ed.) Consejo Nacional para la Cultura y las Arte. ISBN 978-607-455-484-7
- Salazar Rivera, Y. I. (2013). *Estructura y composición de un área restaurada que invadida por helechos (Pteridium aquilinum, (L.) Kuhn), en el Ejido Laguna Om*. Tesis. Quintana Roo: Instituto Tecnológico de la Zona Maya.
- Sánchez Sánchez, O., Islebe, G., & Valdez-Hernández, M. (2007). Flora Arbórea y Caracterización de Gremios Ecológicos en Distintos Estados Sucesionales de la Selva Mediana de Quintana Roo. *Foresta Veracruzana*, 9 (2), 17–26.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (SEMARNAT) (2016). Programa de Manejo Parque Nacional Dzibilchantún. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Schultz, G. (2005). Vascular flora of the el edén ecological reserve, Quintana Roo, México. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 132, 311–322.
- Schmook, B. (2005). Uso y monitoreo de los recursos naturales en el Corredor Biológico Mesoamericano (áreas focales Xpujil-Zoh Laguna y Carrillo Puerto). Subproyecto Acahual, En: M. C. Pozo de la Tijera, y Calmé S. (Comp.). El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal. Informe final Acahual SNIB-CONABIO BJ002. México D. F.

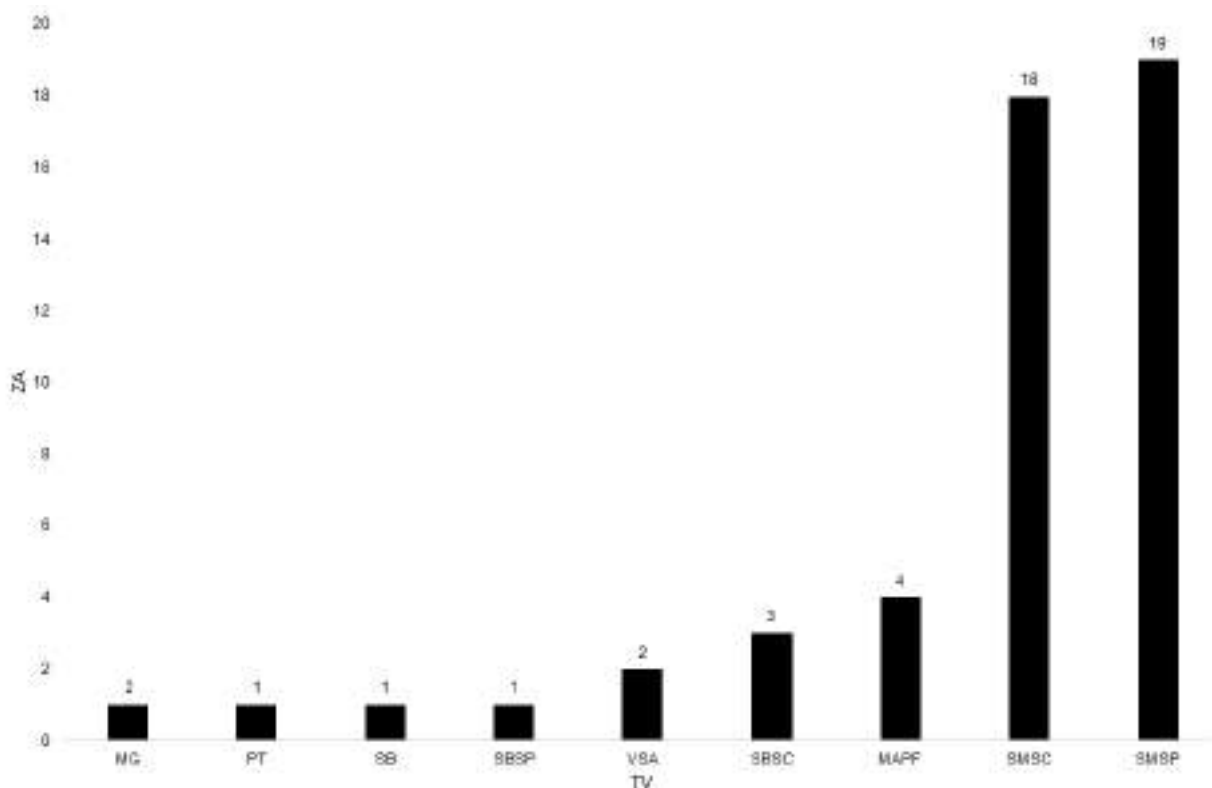
- Šprajc, I. (2004). Maya Sites and Monuments in SE Campeche, México. *Journal of Field Archaeology*, 29 (3-4), 385–407.
- Sarukhán, J., Carabias, J., Koleff, P., & Urquiza-Haas., T. (2012). Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México
- Tadeo-Noble, A. E., Valdez-Hernández, J. I., Beltrán-Rodríguez, L. B., & García-Moya., E. (2019). Efecto del aprovechamiento forestal sobre la estructura y diversidad arbórea en selvas tropicales de Quintana Roo, México. *Bosque*, 40, 129–140.
- 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.
- Torrescano, V. N. (2009). Reconstrucción paleo ambiental de los últimos 5000 años en la parte centro y sur de la península de Yucatán, México. *Los investigadores de la cultura maya. Tomo uno*. Primera edición. XVIII encuentro internacional: los investigadores de la cultura maya 2009. Campeche, Campeche. México.
- Trejo, I., & Dirzo, R. (2002). Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 11, 2063–2048.
- Tropicos.org (2020) Missouri Botanical Garden. Recuperado en enero 2020 de: <http://www.tropicos.org>
- Turner II, B. L., Cortina Villar, S., Foster, D., Geoghegan, J., Keys, E., Klepeis, P., Lawrence, D., Macario Mendoza, P., Manson, S. M., Ogneva-Himmelberger, Y., Plotkin, A. B., Pérez Salicrup, D., Roy Chowdhury, R., Savitsky, B., Schneider, L., Schmook, B., & Vance, C. (2001). Deforestación en la región peninsular del sur de Yucatán: un enfoque integrador. *Forest Ecology and Management*, 154, 343–370.
- Turner II, B. L., Geoghegan, G., & Roster, D.R. (2004). *Integrated Land-Change Science and Tropical Deforestation in the Southern Yucatán*. Final Frontiers (Oxford: Oxford University Press), pp. 1–320.

- Vega-López, A., J.I. Valdez-Hernández, V.M., & Cetina-Alcalá, (2003). “Zonas ecológicas de *Brosimum alicastrum* Sw. en la costa del Pacífico mexicana”. *Madera y Bosque*, 9 (1), 27–53.
- Velásquez, R. (1997). *Los mayas*. Culturas prehispánicas de Honduras. Editorial Graficentro. Editores Tegucigalpa, Honduras.
- Vázquez Vázquez, C., Ortiz Díaz, J. J., & Tun Garrido, J. (2012) (a). Estructura y composición florística de las sabanas de Xmabén, Campeche, México. *BioAgrociencias*, 5 (2), 4–12.
- Vázquez-Vázquez, C., Ortiz-Díaz, J.J., Tun-Garrido, J., & García-Gil, G. (2012) (b). Flora vascular de las sabanas de Xmabén, Hopelchén, Campeche, México. *Polibotánica*, 34, 1–19.
- Vester Henricus, F. M. (2002). Modelos arquitectónicos en la flora arbórea de la Península de Yucatán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (71), 45–57.
- Villaseñor, J. L. (1991). Las Heliantheae endémicas en México: Una Guía hacia la Conservación. *Acta Botanica*, 15, 29–46.
- Villaseñor, J. L. (2003). Diversidad y distribución de las magnoliophyta de México. *Asociación Interciencia*, 28 (3), 160–169.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdova, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, M., Ospina, H., y Umaña, A. M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
- Webb, C. O. (2000). Exploring the phylogenetic structure of ecological communities: an example for rain forest trees. *The American Naturalist*, 156 (2), 145-155. DOI: <https://doi.org/10.1086/303378>
- White, D. A., & Darwin, S. P. (1995). Woody vegetation of tropical lowland deciduous forest and mayan ruins in the north-central Yucatan Peninsula, Mexico. *Tulane Studies in Zoology and Botany*, 30, 1–25.

- White, D. A., & Hood, C.S. (2004). Vegetation patterns and environmental gradients in tropical dry forests of the northern Yucatan Peninsula. *Journal of Vegetation Science*, 15, 151–160.
- Whitmore, T. M., & Turner II, B, L. (1992). Paisajes de cultivo en Mesoamérica en vísperas de la conquista. *Annals of the American Association of Geographers*, 82, 402–425.
- Zamora Crescencio, P. (2003). Contribución al estudio florístico y descripción de la vegetación del municipio de Tenabo, Campeche, México. *Polibotánica*, 15, 1–40.
- Zamora-Crescencio, P. (2011). Composición florística y estructura de la vegetación secundaria en el norte del estado de Campeche, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 89 , 27–35.
- Zamora-Crescencio, P., & Gutiérrez-Báez, C. (2012). La Vegetación Leñosa Del Sitio Arqueológico De Oxpemul, Municipio De Calakmul, Campeche, México. *Polibotanica* , 33, 131–150.
- Zamora Crescencio, P., García Gil, G., Flores Guido, J., & Javier Ortiz, J. (2008). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en el sur del Estado de Yucatán, México. *Polibotánica*, 26, 33–66.
- Zamora-Crescencio, P., Gutiérrez Báez, C., Villega, P., Domínguez Carrasco, M., & Barrientos-Medin, R. C. (2016). Composición y Estructura del Componente Arbóreo de la Vegetación Secundaria en Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 18 (1), 17–24.
- Zamora-Crescencio, P., Mas, J. F., Rico-Gray, V., Domínguez-Carrasco, M., Villegas, P., Gutiérrez-Báez, C., & Barrientos-Medina, R. (2015). Composición y estructura arbórea de petenes en la Reserva de la Biosfera de los Petenes, Campeche, México. *Polibotánica*, 39, 1–19.
- Zamora-Crescencio, P., Rico-Gray, V., Ramírez-Medina, L. N. G., Barrientos-Medina, R. C., Plasencia Vázquez, A. H.; Villegas, P., Domínguez-Carrasco, M. del R., & Gutiérrez-Báez, C. (2018). Composición y estructura de la vegetación secundaria en Bethania, Campeche, México. *Polibotanica*, (45), 57–74.



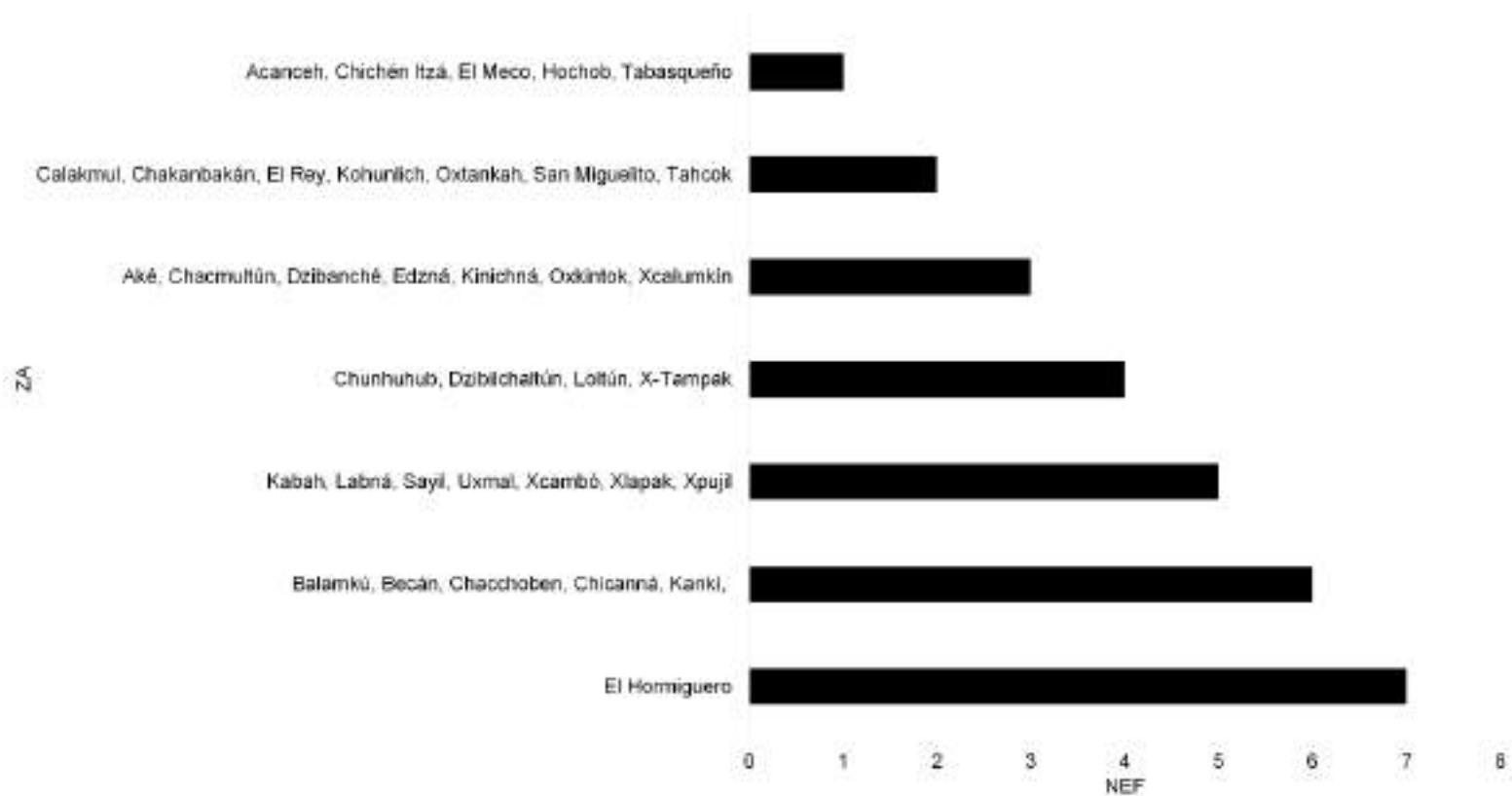
## Figuras



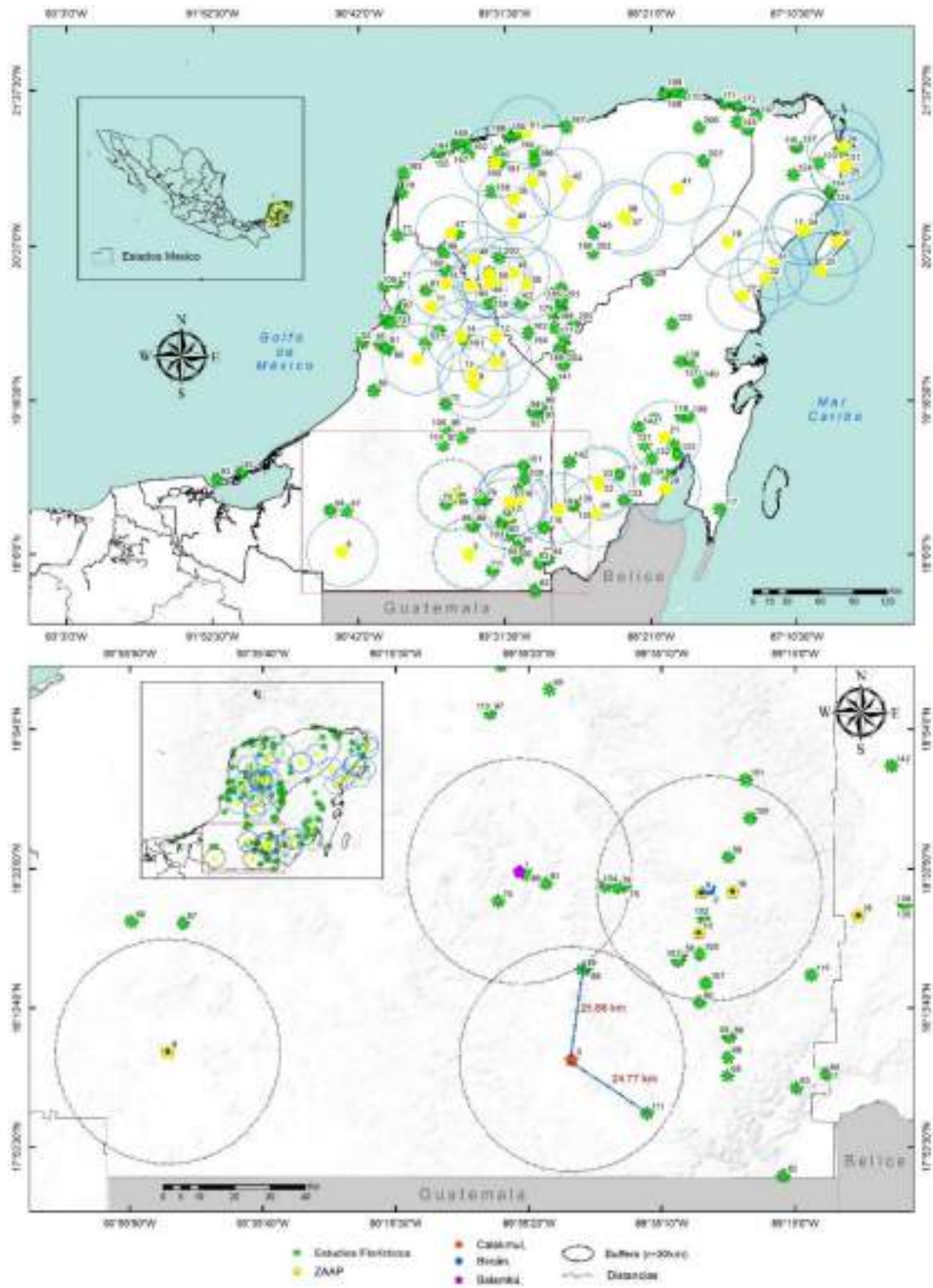
**Figura. 1** Numero de las ZAAP por tipos de vegetación (TV) para la Península de Yucatán. (MG=Manglar, PT=Popal o Tular, SB=Sabana, SBSP=Selva baja subperennifolia, VSA=Vegetación suelo arenosos, SBSC=Selva baja subcaducifolia, MAPF=Manejo agrícola, pecuario y forestal, SMSC=Selva mediana subcaducifolia, SMSP=Selva mediana subperennifolia (CONABIO 1999)



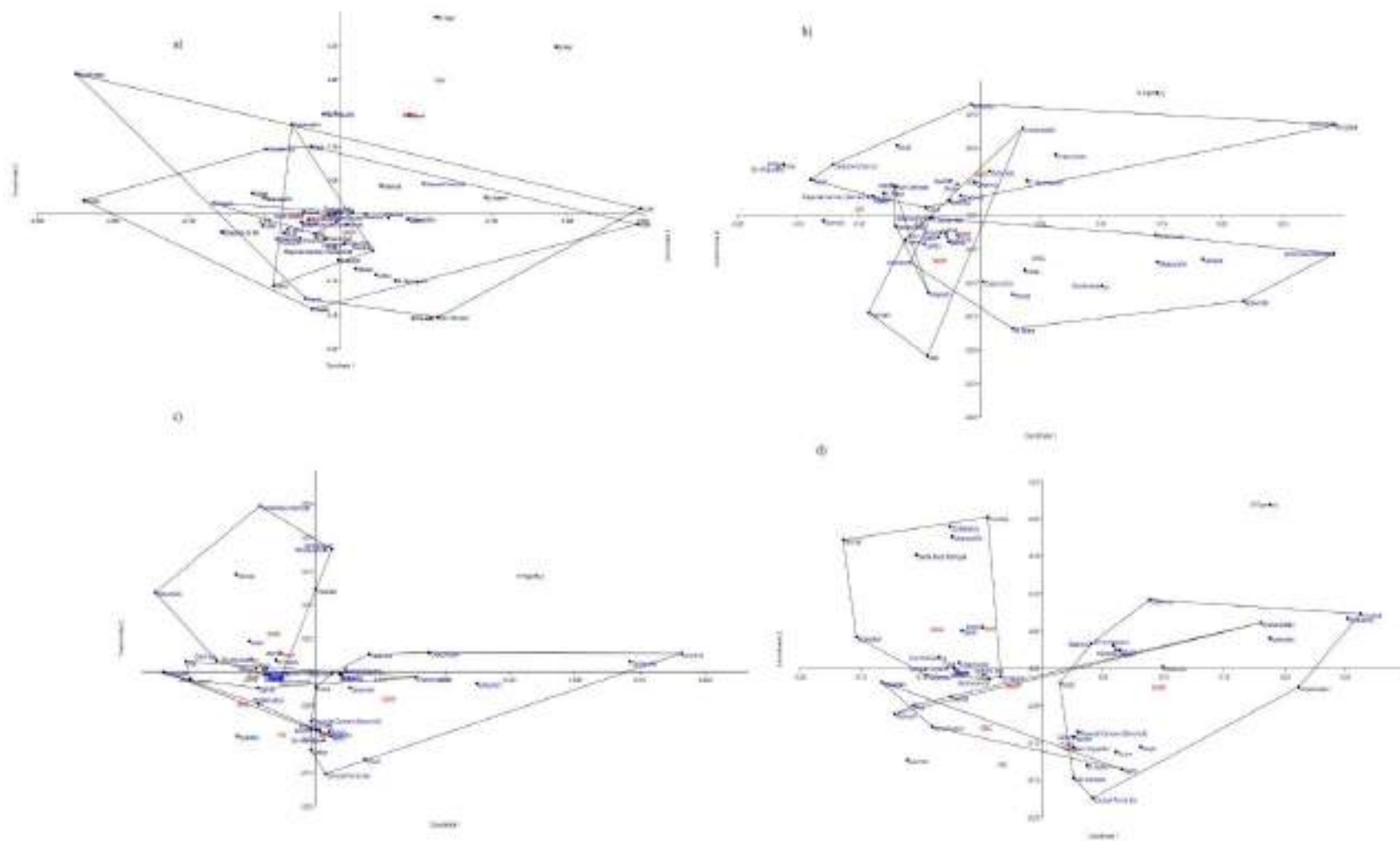
12=Santa Rosa Xtampak, 13=Tabasqueño, 14=Tahcok, 15=Xcalumkín, 16=Xpuhil, 17=Calica, 18=Chakanbakán, 19=Cobá, 20=Caracol-Punta Sur, 21=Chacchoben, 22=Dzibanché, 23=Kinichná, 24=El Meco, 25=El Rey, 26=Kohunlich, 27=Muyil, 28=Oxtankah, 29=Playa del Carmen (Xamanhá), 30=San Gervasio, 31=San Miguelito, 32=Tulum, 33=Xelhá, 34=Xcaret, 35=Acanceh, 36=Aké, 37=Balamcanché, 38=Chacmultún, 39=Chichén Itzá, 40=Dzibilchaltún, 41=Ek Balam, 42=Izamal, 43=Kabáh, 44=Labná, 45=Loltún, 46=Mayapán, 47=Oxkintok, 48=Sayil, 49=Uxmal, 50=Xlapak, 51=Xcambó ) (ver en Apéndice 1 nombres asociados a las ZAAP)



**Figura. 3** Numero de estudios florísticos por ZAAP bajo estudio florísticos

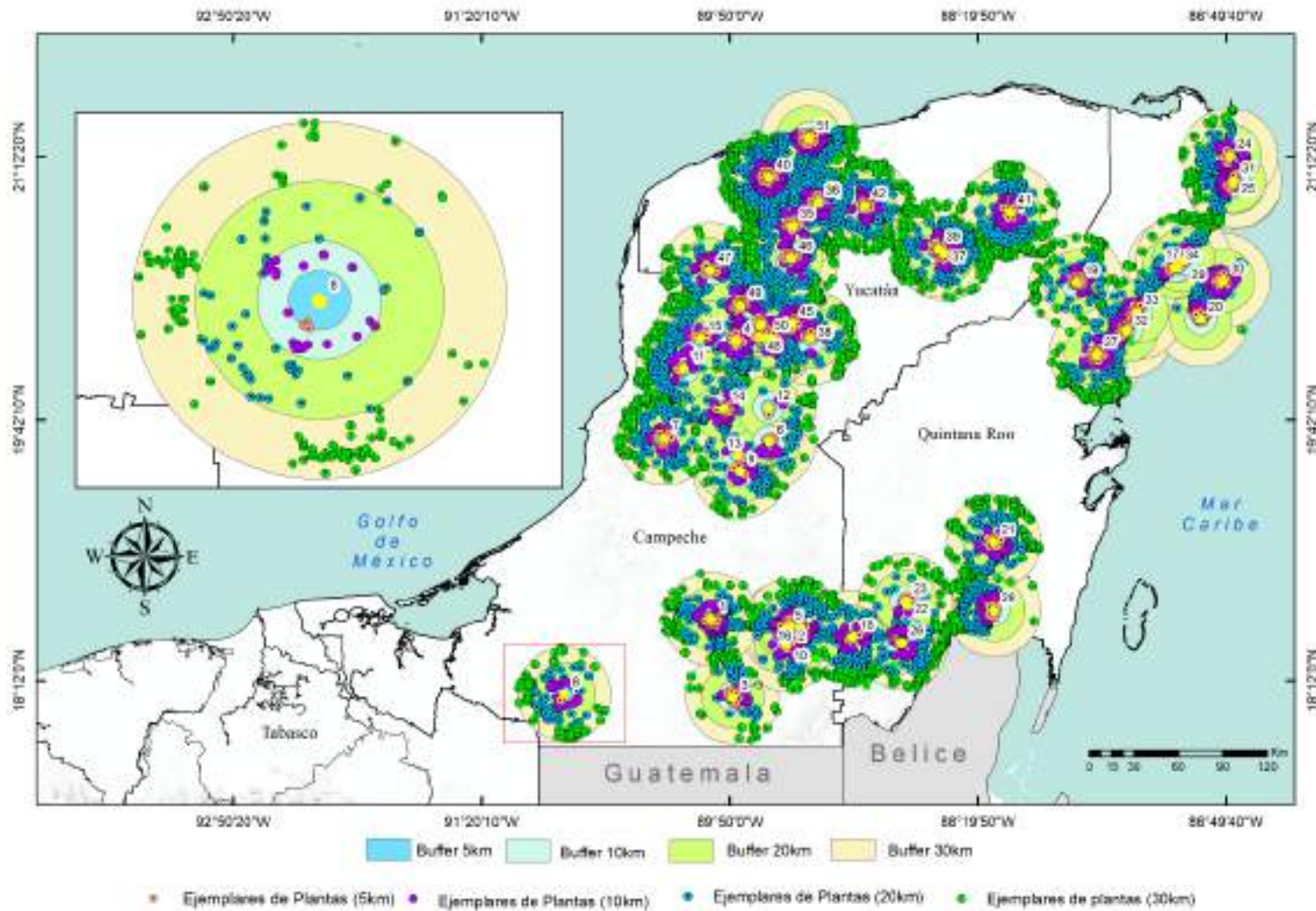


**Figura. 4** Ubicación de las ZAAP y los buffers de 30 km con relación a los estudios florísticos de la Península de Yucatán (ver en Apéndice 1 nombres asociados a los estudios florísticos)

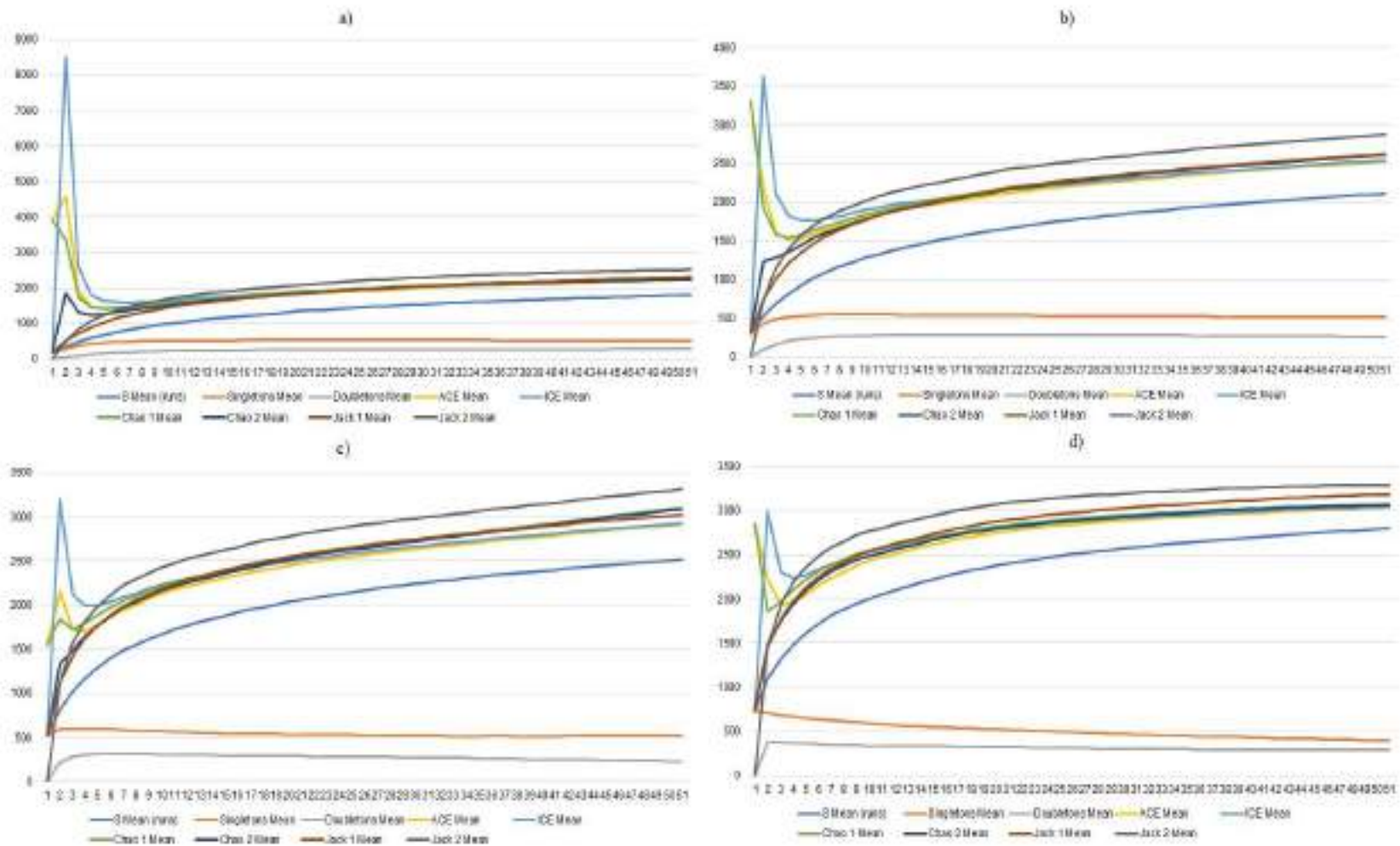


**Figura. 5** Ordenamiento no paramétrico multidimensional (NMDS) agrupado a los diferentes tipos de vegetación en base a las ZAAP. buffer 5 km (a), buffer 10 km (b), buffer 20km (c), buffer 30 km (d)





**Figura. 6** Ilustración espacial de la intersección de las plantas CONABIO 2019 y los buffers (5, 10, 20, 30 km) para cada ZAAP ejemplares en la Península de Yucatán (ver en Apéndice 1 nombres asociados a las ZAAP)



**Figura. 7** Curva de acumulación de especies en las 51 ZAAP de la Península de Yucatán, de acuerdo con los modelos predictivos de riqueza: S Mean (runs) (riqueza observada), Singletons Mean, Doubletons Mean, ACE Mean, Chao 1 Mean, Chao 2 Mean, Jack 1 Mean, Jack 2, Mean. (buffer 5 km (a), buffer 10 km (b), buffer 20km (c), buffer 30 km (d))

**Tabla 1.** Diferentes tipos de vegetación en la península de Yucatán (Flores y Espejel, 1994 y Miranda et al. 1958).

<b>Flores y Espejel, 1994) y Miranda et al. (1958)</b>	<b>Abreviación</b>
Palmar	PL
Sabana	SB
Manglar	MG
Popal	PP
Tular	TL
Duna costera en arena	DCA
Duna costera en roca	DCR
Matorral de duna costera	MTC
Vegetación acuática	VA
Selva baja caducifolia	SBC
Selva baja con cactáceas columnares	SBCC
Selva baja inundable	SBI
Selva mediana subcaducifolia	SMSC
Selva mediana caducifolia	SMC
Selva mediana subperennifolia	SMSP
Selva alta perennifolia	SAP

**Tabla 2.** Resultados del ANOSIM, con índices de similitud Bray-Curtis, presentados a través del estadístico (R) y el valor de probabilidad (P).

<b>Buffer (Km)</b>	<b>Estadístico Global (R)</b>	<b>Nivel de significancia (P)</b>	<b>Nivel de Stress</b>
30	0.376	<b>0.001</b>	0.11
20	0.240	<b>0.002</b>	0.12
10	0.258	<b>0.001</b>	0.14
5	0.154	0.03	0.17

**Tabla 3.** Eficiencia de muestreo (en porcentaje) empleando los estimadores no paramétricos.

<b>Estimadores</b>	<b>S</b>	<b>ACE Mean</b>	<b>ICE Mean</b>	<b>Chao 1 Mean</b>	<b>Chao 2 Mean</b>	<b>Jack 1 Mean</b>	<b>Jack 2 Mean</b>
Buffer 5 km	1809	2231.54	2247.76	2253.92	2245.24	2304.1	2520.95
%		81%	80%	80%	81%	79%	72%
Buffer 10km	2114	2527.93	2544.21	2630.97	2620.86	2620.86	2875.61
%		84%	83%	80%	81%	81%	74%
Buffer 20km	2513	2914.79	2930.99	3100.8	3089.29	3027.71	3312.73
%		86%	86%	81%	81%	83%	76%
Buffer 30km	2799	3035	3046	3067	3062	3185	3293
%		92%	92%	91%	91%	88%	85%



**Tabla 4.** Especies con mayor valor de importancia para los diferentes buffers generados en las diferentes ZAAP en la PY.

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Buffer 5 km</b>	<b>Buffer 10 km</b>	<b>Buffer 20 km</b>	<b>Buffer 30 km</b>
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	1.028	1.007		
<i>Bunchosia swartziana</i> Griseb.	0.907			
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	1.679	2.708	3.657	3.775
<i>Cryosophila stauracantha</i> (Heynh.) R. Evans			2.542	6.877
<i>Dalbergia glabra</i> (Mill.) Standl.		1.021		
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	1.413	2.195	2.116	1.935
<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell	1.549	2.503	2.433	2.416
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier		1.025		
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	1.407	1.653	2.477	2.478
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen			0.935	0.988
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.				0.940
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	0.987	1.454	1.896	2.001
<i>Senegalia gaumeri</i> (S.F. Blake) Britton & Rose	1.205	1.127	1.047	
<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	0.842			
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	1.230	1.790	1.622	1.501
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.			1.044	0.978

**Tabla 5.** Las 10 especies endémicas con mayor valor de importancia relativa, presentes en los buffers 5 km, 10 km, 20 km y 30 km en las diferentes ZAAP de la PY.

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Buffer 5</b>	<b>Buffer 10</b>	<b>Buffer 20</b>	<b>Buffer 30</b>
<i>Colubrina greggii</i> var. <i>yucatanensis</i> M.C. Johnst.	0.670	0.492	0.347	
<i>Croton chichenensis</i> Lundell	0.503	0.426	0.338	
<i>Croton icche</i> Lundell			0.487	0.328
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	0.581	0.608	0.490	0.445
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	0.403	0.463	0.407	0.351
<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell	1.549	2.503	2.433	2.416
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier	0.350	1.025	0.562	0.364
<i>Machaonia lindeniana</i> Baill.	0.501	0.469	0.437	0.361
<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F. Blake	0.480	0.545	0.463	0.422
<i>Samyda yucatanensis</i> Standl.				0.321
<i>Senegalia gaumeri</i> (S.F. Blake) Britton & Rose	1.205	1.127	1.047	0.905
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk	1.230	1.790	1.622	1.501

**Tabla 6.** Las 10 especies con mayor valor de importancia relativa integrados secuencialmente en los buffers 10 km, 20 km y 30 km en las diferentes ZAAP de la PY.

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Buffer 10</b>	<b>Buffer 20</b>	<b>Buffer 30</b>
<i>Serjania pterarthra</i> Standl.		0.026	
<i>Ammannia robusta</i> Heer & Regel			0.023
<i>Amoreuxia wrightii</i> A. Gray	0.046		
<i>Annona primigenia</i> Standl. & Steyerm.	0.050		
<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth			0.023
<i>Cabomba palaeformis</i> Fassett	0.033		
<i>Calea trichotoma</i> Donn. Sm.			0.016
<i>Centrosema sagittatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Brandegees			0.016
<i>Cosmos caudatus</i> Kunth			0.016
<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F. Macbr.			0.017
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		0.055	
<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J.W. Grimes	0.037		
<i>Echinodorus nymphaeifolius</i> (Griseb.) Buchenau		0.031	
<i>Eugenia aeruginea</i> DC.	0.072		
<i>Euphorbia anychioides</i> Boiss.		0.025	
<i>Euphorbia thymifolia</i> L.	0.033		
<i>Euphorbia villifera</i> Scheele		0.046	
<i>Heteropterys laurifolia</i> (L.) A. Juss.	0.033		
<i>Imperata brasiliensis</i> Trin.			0.017
<i>Macroptilium longepedunculatum</i> (Mart. ex Benth.) Urb.			0.017
<i>Physalis pubescens</i> L.	0.035		
<i>Psychotria costivenia</i> Griseb.			0.016
<i>Rinorea hummelii</i> Sprague			0.018
<i>Ruellia blechum</i> L.		0.027	
<i>Sabal mauritiiformis</i> (H. Karst.) Griseb. & H. Wendl.		0.240	
<i>Stizolobium pruriens</i> (L.) Medik.		0.044	
<i>Tournefortia elongata</i> D.N. Gibson		0.028	
<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster		0.025	
<i>Vanilla insignis</i> Ames	0.037		
<i>Zygia recordii</i> Britton & Rose	0.065		

**Tabla 7.** Relación del porcentaje de especies compartidas entre las ZAAP y los Estudios florísticos seleccionados, por cada buffer generado.

Estudio	Gutiérrez Báez et al. (2015)	Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez (2012) (a)	White et al. (1995) (af)	White et al. (1995) (ag)	SEMARNAT (2016) PDMPND
Ubicación	Zona arqueológica de Jaina	Oxpemul, Campeche	Mirador	Uitizina	Dzibilchaltún
TVEF	SMSC	SMSP	SMSC	SMSC	SBSC
ZAAP	Kanki	Calakmul	Dzibilnocac	Chacmultún	Dzibilchaltún
TVZA	SMSC	SMSP	SMSC	SMSC	SBSC
Distancia (km)	33.14	21.89	54.57	48.68	1
Total, de especies EF	183	62	23	13	337
Buffer 5 km	20.2%	72.6%	17.4%	0.0%	82.8%
Buffer 10 km	29.5%	77.4%	30.4%	30.8%	88.3%
<b>Buffer 20 km</b>	<b>61.7%</b>	<b>85.5%</b>	<b>52.2%</b>	<b>84.6%</b>	<b>89.61%</b>
<b>Buffer 30 km</b>	<b>83.6%</b>	<b>90.3%</b>	<b>69.6%</b>	<b>84.6%</b>	<b>90.8%</b>

## 8 Conclusión

En la Península de Yucatan se observa la presencia de una gran variedad de estudios florísticos (EF) (ELF y ECEF) (Capítulo 1), que son considerados a diferentes escalas, nacional, regional, estatal y local. Se logro observar la existencia y el beneficio de los estudios base para la comprensión de la flora, pero aun la necesidad de realizar otros estudios florísticos y taxonómicos más completos de grupos o regiones que requieren un inventario más detallado.

El número de publicaciones para los EF ha aumentado gradualmente, en los años 1990 al 2019, con ello también los esfuerzos de muestreo para los TV. Se observó a la SMSP y SMSC como las mas estudiadas, posiblemente por su gran extensión de superficie en la región. A un así, es bueno enfatizar que aun existen vacios de información botánica, localizándose al noreste y suroeste del estado de Campeche, el centro y noreste del estado de Quintana Roo y el centro y noroeste del estado de Yucatán. Con respecto a las unidades de muestreo, se considera realizar las unidades por cuadrantes, rectangulares y recolectas aledañas a los sitios de estudio, con el fin de enfocar y ampliar el rango de muestreo en la flora resguardada para la región.

Al observar vacios de información en la PY, las ZAAP no están generando la suficiente información florística (ELF y ECEF) dentro sus zonas de influencia, pero las recolectas botánicas registradas en CONABIO 2019, nos dieron las pautas necesarias para generar información botánica referente a cada ZAAP de la PY (Capítulo 2). Los diferentes resultados obtenidos nos permiten responder que los buffers de 20 y 30 km, nos dan las pautas necesarias para identificar la diversidad de especies de flora asociadas a las diferentes ZAAP de la región. Se considera que las ZAAP son una fuente de resguardo para las especies nativas y endémicas de la región. Por presentar en algunos casos decretos definidos en las diferentes leyes federales y proporcionar un mantenimiento ecológico bajo un régimen de conservación integral a mediano y largo plazo

## 9 Anexos

### 9.1 Anexo 1

**Apéndice 1.** Áreas naturales protegidas (ANP's) en la Península de Yucatán, México. (ANP'S =áreas naturales protegidas).

	ANP's /año de decreto	Ubicación	Orden de Gobierno
<b>Campeche</b>			
	Calakmul, 1989	Terrestre	Federal
	Laguna de Términos, 1994	Costera-marina	Federal
	Petenes, 1999	Costera - marina	Federal
	Celestún, 2000; porción Campeche 34130 has (57.72 %) de las 59,130 ha terrestres	Costera - marina	Federal
	Balan-Kim, 1999	Terrestre	Estatal
	Balam-Ku, 2003	Terrestre	Estatal
	Salto Grande, 2004	Terrestre	Municipal
	Laguna Ik, 2006	Terrestre	Municipal
<b>Quintana Roo</b>			
	Sian Ka'an, 2000	Costera - marina	Federal
	Arrecifes de Sian Ka'an, 2000	Marina	Federal
	Tulum, 1981	Costera - marina	Federal
	Yum Balam, 1994	Costera - marina	Federal
	La porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel, 2012	Costera - marina	Federal
	Arrecife de Puerto Morelos, 1998	Marina	Federal
	Arrecifes de Cozumel, 2000	Marina	Federal
	Banco Chinchorro, 1996	Tierra-costa marina	Federal
	Playa de la Isla Contoy, 2002	Tierra-costa marina	Federal
	Uaymil, 1994	Tierra	Federal
	Arrecifes de Xcalak, 2000	Tierra-costa marina	Federal
	Caribe Mexicano, 2016	Marina	Federal
	Tiburón Ballena, 2009 (marina)	Marina	Federal

	Manglares de Nichupté, 2008	Manglares	Federal
	Otoch Ma'ax Yetel Kooh, 2002	Tierra	Federal
	Costa Occ. de I. Mujeres, Pta. Cancún y Pta. Nizuc, 2000	Marina	Federal
	Isla Contoy, 1998	Tierra-costa marina	Federal
	Bala'an K'aax, 2005	Tierra	Federal
	Parque Lagunar de Bacalar, 2011	Tierra	Estatad
	Laguna Manatí, 1999	Tierra-cuerpo de agua	Estatad
	Parque Kabah, 1995	Tierra	Estatad
	Sistema Lagunar Chacmochuch, 1999	Tierra-cuerpo de agua	Estatad
	Selvas y Humedales de Cozumel, 2011	Tierra	Estatad
	Laguna Colombia, 2011	Tierra-costa marina	Estatad
	Laguna de Chankanaab, 1983	Costa marina	Estatad
	Sistema Lagunar Chichankanab, 2011	Tierra-cuerpos de agua	Estatad
	Santuario del Manatí, 2008	Costa marina	Estatad
	Xcacei-Xcaceiito, 1998	Costa marina	Estatad
	Ombiigo Verde, 2012	Tierra	Municipal
<b>Yucatán</b>			
	Arrecife Alacranes, 2000	Marina	Federal
	Playa adyacente a la localidad denominada Río Lagartos, 2002	Costa marina	Federal
	Dzibilchantún, 1987	Tierra	Federal
	Ría Lagartos, 1999	Costa marina	Federal
	Reserva Estatal Geohidrológica Anillo de Cenotes, 2013	Tierra	Estatad
	El Palmar, 2010	Manglar-costa marina	Estatad
	Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, 2013	Costa marina	Estatad
	Reserva Estatal de Dzilam, 2005	(Manglar-costa marina)	Estatad
	Parque Estatal Lagunas de Yalahau, 1999	Tierra	Estatad
	Reserva Estatal Biocultural del Puuc, 2011	Tierra	Estatad
	Parque Estatal de Kabah, 1993	Tierra	Estatad
	San Juan Bautista Tabi y Anexa Sacnichte, 1994	Tierra	Estatad
	Bioparque Xla'kaj (Pueblo Antiguo), 2004	Tierra	Municipal

## 9.2 Anexo Capítulo 1

**Apéndice 1.** Listado de los 82 estudios encontrados para la Península de Yucatán. (F = Familia, G = Género, S = Especies); (Has = Hectáreas). S/D = Sin dato. Método de muestreo (MM): RB = Recolección botánica, LF = Listado florístico, CU = Cuadrante, CI = Circular, RE = Rectangular, TR = Transecto.

Autor (es)	Sitio de estudio (localidad/municipio)	F	G	S	Has	Diversidad	MM
<b>Escala país (México)</b>							
Villaseñor (2016)	México (Campeche, Quintana Roo y Yucatán)	297	2854	23314	S/D	S/D	LF
<b>Escala regional (península de Yucatán)</b>							
Sosa et al. (1985)	Campeche, Quintana Roo y Yucatán	185	833	1931	S/D	S/D	RB, LF
Ibarra-Manríquez. (1995)	Campeche, Quintana Roo y Yucatán	68	246	437	S/D	S/D	LF
Durán et al. (2000)	Campeche, Quintana Roo y Yucatán	182	992	2477	S/D	S/D	LF
Arellano-Rodríguez et al. (2003)	Campeche, Quintana Roo y Yucatán	160	1052	2166	S/D	S/D	LF
Campos-Ríos (2006)	Campeche, Quintana Roo y Yucatán	70	243	399	S/D	S/D	LF
Gutiérrez-Báez (2006)	Campeche, Quintana Roo y Yucatán	17	27	51	S/D	S/D	RB, LF
Carnevali et al. (2010)	Campeche, Quintana Roo y Yucatán	144	922	2269	S/D	S/D	LF
<b>Escala estatal</b>							
Millspaugh (1895)	Yucatán	91	307	471	S/D	S/D	RB, LF
Millspaugh (1896)	Yucatán	102	418	734	S/D	S/D	RB, LF
Millspaugh (1898)	Yucatán	S/D	S/D	442	S/D	S/D	RB, LF
Standley (1930)	Yucatán	129	667	1263	S/D	S/D	RB, LF
Sousa & Cabrera (1983)	Quintana Roo	130	647	1257	S/D	S/D	RB, LF
Gutiérrez-Báez (2000)	Campeche	160	1022	2166	S/D	S/D	LF

---

**Escala local (Campeche)**

Durán (1995)	Los Petenes, Calkiní	17	18	19	0.48	S/D	CU
Martínez et al. (2001)	Región Calakmul, Campeche	147	726	1600	S/D	S/D	RB, LF
Díaz-Gallegos et al. (2002) (a)	La Guadalupe, Calakmul	25	58	65	1	S/D	TR
Palacio et al. (2002) (a)	Balam-kin, Calakmul	53	108	129	S/D	S/D	RB, LF
Zamora-Crescencio (2003) (a)	Tenabo, Tenabo	94	322	476	S/D	S/D	RB, LF
Schmook et al. (2005) (a)	Álvaro Obregón, Calakmul	32	70	88	3.75	2.5	CU
Chan Dzul (2010)	Nuevo Conhuás, Calakmul	39	91	113	1	2.4	CU
Mendoza-Arroyo et al. (2011)	Balam-kin, Calakmul	S/D	S/D	S/D	5	S/D	CI
Zamora-Crescencio et al. (2011)	Tepakán, Calkiní	21	35	43	0.1	1.59	RE
Gutiérrez Báez et al. (2012) (a)	Mucuychacán, Campeche	27	45	54	0.1	4.52	CU
Vázquez Vázquez et al. (2012) (a)	Ejido de Xmabén, Hopolchén	12	16	20	0.1	2.16	TR
Vázquez Vázquez et al. (2012) (b)	Ejido de Xmabén, Hopolchén	41	97	127	S/D	S/D	RB, LF
Zamora-Crescencio & Gutiérrez-Báez (2012) (a)	Oxpemul, Campeche	35	67	91	0.5	3.3	CU
Gutiérrez Báez et al. (2013)	Hampolol, Campeche	14	19	22	0.1	2.28	CU
Dzib-Castillo et al. (2014) (a)	San José de Carpizo, Champotón	21	48	50	1.35	2.1	CI
Echeverría R et al. (2014)	Ejido de Pachuitz, Hopolchén	38	93	95	0.9	3.4	RE
García-Licon et al. (2014)	El Carmen II, Calakmul	29	65	78	0.09	2.5	RE
Guadarrama et al. (2014) (a)	Isla del Carmen, Carmen	26	43	46	0.4	2.8	TR
Gutiérrez-Báez et al. (2014)	San Agustín Olá, Campeche	29	41	49	0.1	4.3	CU
Gutiérrez-Báez et al. (2015)	Zona arqueológica de Jaina, Calkiní	10	13	13	0.2	3.54	CU
Zamora-Crescencio et al. (2015) (a)	La Reserva de la Biosfera Los Petenes, Calkiní	23	29	32	0.2	2.8	CU
Báez-Vargas et al. (2016) (a)	Kilómetro Ciento Veinte, Calakmul	35	76	101	0.4	3.1	CI
Gutiérrez-Báez et al. (2016) (a)	El Remate, Calkiní	12	12	13	0.2	2.44	CU
Gutiérrez Báez et al. (2016) (b)	Campeche, Campeche	106	495	796	S/D	S/D	RB, LF
Mendoza-Arroyo (2016) (a)	Reserva Estatal Balam-kin, Calakmul	22	28	31	1.2	2.6	CI
Zamora-Crescencio et al. (2016)	Predio San Fernando, Campeche	28	52	62	1	3.22	CU



Chiquini-Heredia et al. (2017) (a)	Centauro del Norte, Calakmul	35	84	112	0.9	1.5	CI
Esperanza & Martínez (2017)	Álvaro Obregón, Calakmul	37	95	126	0.6	3	RE
García-Jiménez (2017) (a)	Predio la Corriente y Ejido Haro, Escárcega	34	51	58	1.1	2.2	RE
Gutiérrez-Báez et al. (2017)	Imí III, Campeche	22	41	40	0.1	3.17	CU
Avilés-Ramírez et al. (2018)	La bahía de Xpicob, Campeche	17	29	30	6.84	3	CU
Gutiérrez-Báez et al. (2018)	San Antonio Cayal, Campeche	30	51	61	0.1	3.1	CU
Zamora-Crescencio et al. (2018) (a)	Ejido Bethania, Campeche	24	47	57	1	2.9	CU
<b>Escala local (Quintana Roo)</b>							
Escoto (1987)	Ejido Divorciados, Othón P. Blanco	28	52	57	S/D	S/D	CU
Vester (2002)	Ejido El Refugio, José María Morelos	47	89	103	S/D	S/D	RB, LF
Cortés-Castelán & Islebe (2003) (a)	Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Felipe Carrillo Puerto	42	71	84	1.06	S/D	CU
Merediz (2003)	La Region-Bala'an K'aax, José María Morelos	59	182	260	S/D	S/D	LF
Bonilla (2004)	Corredor Biológico Sian Ka'an-Calakmul, Felipe Carrillo Puerto	32	52	89	S/D	S/D	RB, LF
Schultz (2005)	Reserva Ecológica El Edén, Lázaro Cárdenas	99	306	404	S/D	S/D	RB, LF
Sánchez Sánchez et al. (2007)	Central Vallarta, Puerto Morelos	36	S/D	105	0.3	S/D	CU
Kantún-Balam et al. (2013) (a)	Cancún, Benito Juárez	65	131	154	S/D	5.03	RB, LF
Salazar-Rivera et al. (2013) (a)	Ejido de Laguna Om, Othón P. Blanco	25	38	48	0.1	S/D	CU
Calix (2014)	El Creek Bacalar, Othón P. Blanco	38	69	77	S/D	S/D	RB, LF
Carreón-Santos et al. (2014)	Andrés Quintana Roo, Felipe Carrillo Puerto	S/D	S/D	110	0.6	3.27	RE
Coronado Ávila et al. (2015)	Cenote Mahahual-Xcalak, Othón P. Blanco	12	15	16	1	2.7	CU
Hernández-Ramírez & García-Méndez (2015)	Reserva Ecológica El Edén, Lázaro Cárdenas	41	S/D	94	0.3	S/D	CU
Hernández-Méndez (2017)	Ejido la Lucha	27	62	68	0.2	2.7	RE
Tadeo y Valdez et al. (2019) (a)	Bacalar, Bacalar	36	81	86	63.92	3.48	CU
<b>Escala local (Yucatán)</b>							
IMTA (1983) (a)	Oriente de Yucatán, Tizimín	59	200	262	S/D	S/D	TR
White et al. (1995) (a)	Calcehtok, Opichén	S/D	S/D	65	3.2	1.76	CU
Durán (1997) (a)	Reserva de la Biosfera Rio Lagartos, Rio Lagartos	95	345	520	S/D	S/D	LF

Mizrahi et al. (1997)	Hacienda de Kancabchen, Motul	S/D	S/D	23	0.2	2.86	CU
Ceccon et al. (2002)	Parque Nacional Dzibichaltún, Mérida	20	43	44	0.23	1.22	CU
Gonzales et al. (2002) (a)	Dzibilchaltun, Mérida	S/D	S/D	47	0.5	1.21	CU
Trejo & Dirzo (2002)	Sayil, Santa Elena	38	67	102	1.2	3.91	TR
White et al. (2004) (a)	Calcehtok, Opichén	S/D	S/D	65	3.2	1.76	CU
Zamora-Crescencio et al. (2008) (a)	X-Cime, Tzucacab	20	32	36	0.9	4.5	RE
Torres (2010) (a)	Celestun, Celestun	36	66	71	0.9	2.61	CU
Dupuy et al. (2011) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	49	S/D	186	14.8	S/D	CI
Gutiérrez Báez et al. (2011) (a)	Nohalal-Sudzal Chico, Tekax	34	82	130	0.3	5.8	RE
Guadarrama et al. (2012)	Sisal, Tekax	33	54	56	0.75	S/D	TR
Gutiérrez-Báez et al. (2012) (b)	Xmatkuil, Hunucmá	41	108	123	S/D	S/D	RB, LF
López Martínez et al. (2013) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	50	S/D	200	S/D	S/D	CI
Ortiz-Díaz et al. (2014) (a)	Chacho Lugo, Tekax	36	96	78	S/D	S/D	RB, LF
Albor Pinto et al. (2017)	Reserva Estatal Biocultural del Puuc, Tekax	23	43	56	0.2	2.79	RE
Guadarrama et al. (2018) (a)	Progreso, Progreso	60	167	199	1.5	1.64	TR
López Jiménez et al. (2019)	El Zapotal, Tizimín	39	120	154	0.65	3.4	TR
Rodríguez-Sánchez et al. (2019)	Yaxcabá, Yaxcabá	29	63	86	1.28	S/D	CU

**Apéndice 2.** Lista de estudios con los puntos de muestreo en los diferentes tipos de vegetación y el porcentaje de sinónimos por cada estudio. (ID = Identificador 1, ID 1 = Identificador 2, PY = Península de Yucatán, TE = Total de especies, VL = Número de especies actualizadas, SN = Numero de Sinónimos, SN% = Porcentaje de sinónimos, NV = Número de especies nativas, ED = Número de especies endémicas, NA = Número de especies naturalizadas, ESP = Especies identificadas hasta género. Tipo de Vegetación: DN = Duna costera, MD = Matorral Duna Costera, MG = Manglar, SB = Sabana, SMSP = Selva mediana subperennifolia, SMSC = Selva mediana subcaducifolia, SBC = Selva mediana subcaducifolia, SBSC = Selva baja subcaducifolia, SBI = Selva baja inundable, VA = Vegetación Acuática, VSA = Vegetación secundaria.

ID	ID 1	Autor (es)	SE (localidad, municipio)	TV	TE	VL	SN	SN%	NV	ED	NA	ESP
<b>Escala país (México)</b>												
1	1	Villaseñor (2016)	México	S/D	2851	2618	233	8%	2334	153	126	0

<b>Escala regional (península de Yucatán)</b>												
2	2	Sosa et al. (1985)	PY	S/D	1931	1383	528	27%	1346	70	150	20
3	3	Ibarra-Manríquez (1995)	PY	S/D	437	357	79	18%	363	33	25	1
4	4	Durán et al. (2000)	PY	S/D	2480	1909	569	23%	1842	108	266	2
5	5	Arellano-Rodríguez et al. (2003)	PY	S/D	2151	1560	589	27%	1547	88	226	2
6	6	Campos-Ríos (2006)	PY	S/D	399	328	71	18%	257	62	68	0
7	7	Gutiérrez-Báez (2006)	PY	S/D	51	47	4	8%	46	0	1	0
8	8	Carnevali et al. (2010)	PY	S/D	2269	2166	86	4%	1928	138	164	17
<b>Escala estatal (Campeche, Quintana Roo, Yucatán)</b>												
9	9	Millspaugh (1895)	Yucatán	S/D	452	283	136	30%	274	11	27	33
10	10	Millspaugh (1896)	Yucatán	S/D	399	209	188	47%	263	12	34	2
11	11	Millspaugh (1898)	Yucatán	S/D	542	312	221	41%	329	12	46	9
12	12	Standley (1930)	Yucatán	S/D	1314	849	460	35%	779	48	139	5
13	13	Sousa & Cabrera (1983)	Quintana Roo	S/D	1278	928	329	26%	1034	61	102	21
14	14	Gutiérrez-Báez (2000)	Campeche	S/D	1943	1494	448	23%	1399	117	174	1
<b>Escala local (Campeche)</b>												
15	15	Durán (1995)	Los Petenes, Calkiní	MG	19	17	2	11%	18	0	0	0
16	16	Martínez et al. (2001)	Región Calakmul, Campeche	SMSP, SMSC, SBSC, SBC, SB	1558	1250	255	16%	1243	73	133	53
17	18	Díaz-Gallegos et al. (2002) (a)	La Guadalupe, Calakmul	SMSP	63	44	5	8%	39	3	4	14
18	18	Díaz-Gallegos et al. (2002) (a)	La Guadalupe, Calakmul	SMSP	63	44	5	8%	39	3	4	14
19	17	Palacio et al. (2002) (a)	Balam-kin, Calakmul	SMSC, SBSC, SBC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
20	17	Palacio et al. (2002) (a)	Balam-kin, Calakmul	SMSC, SBSC, SBC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D

21	19	Zamora-Crescencio (2003) (a)	Tenabo, Tenabo	SMSP, SMSC, SBSC, SBC, SB, MG	466	384	75	16%	365	21	62	7
22	19	Zamora-Crescencio (2003) (a)	Tenabo, Tenabo	SMSP, SMSC, SBSC, SBC, SB, MG	466	384	75	16%	365	21	62	7
23	20	Schmook et al. (2005) (a)	Álvaro Obregón, Calakmul	VSA	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
24	20	Schmook et al. (2005) (ab)	El Refugio, Calakmul	VSA	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
25	20	Schmook et al. (2005) (ac)	La Lucha, Calakmul	VSA	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
26	20	Schmook et al. (2005) (ad)	Sentauros del Norte, Calakmul	VSA	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
27	20	Schmook et al. (2005) (ae)	Km 120, Calakmul	VSA	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
28	21	Chan Dzul (2010)	Nuevo Conhuás, Calakmul	SMSP	112	90	16	14%	85	10	7	6
29	22	Mendoza-Arroyo et al. (2011)	Balam-kin, Calakmul	SBSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
30	22	Mendoza-Arroyo et al. (2011)	Balam-kin, Calakmul	SBSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
31	23	Zamora-Crescencio et al. (2011)	Tepakán, Calkiní	SBC	42	26	7	17%	24	5	2	9
32	24	Gutiérrez Báez et al. (2012) (a)	Mucuychacán, Campeche	SMSC	111	106	5	5%	99	9	1	0
33	24	Gutiérrez Báez et al. (2012) (a)	Mucuychacán, Campeche	SMSC	111	106	5	5%	99	9	1	0
34	25	Vázquez-Vázquez et al. (2012) (a)	Ejido de Xmabén, Hopelchén	SB	21	21	0	0%	21	0	0	0
35	25	Vázquez-Vázquez et al. (2012) (a)	Ejido de Xmabén, Hopelchén	SB	21	21	0	0%	21	0	0	0
36	26	Vázquez-Vázquez et al. (2012) (b)	Ejido de Xmabén, Hopelchén	SB	127	106	19	15%	113	3	4	2
37	26	Vázquez-Vázquez et al. (2012) (b)	Ejido de Xmabén, Hopelchén	SB	127	106	19	15%	113	3	4	2

38	27	Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez (2012) (a)	Oxpemul, Campeche	SMSP	91	63	17	19%	63	7	7	11
39	27	Zamora-Crescencio & Gutiérrez-Báez (2012) (a)	Oxpemul, Campeche	SMSP	91	63	17	19%	63	7	7	11
40	28	Gutiérrez Báez et al. (2013)	Hampolol, Campeche	SMSP	90	87	3	3%	84	3	2	0
41	29	Dzib-Castillo et al. (2014) (a)	San José de Carpizo, Champotón	SBC	83	77	6	7%	67	7	7	0
42	29	Dzib-Castillo et al. (2014) (ab)	Pomuch, Hecelchakán	SMSC	83	77	6	7%	67	7	7	0
43	30	Echeverría R et al. (2014)	Ejido de Pachuitz, Hopolchén	SMSP	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
44	31	Guadarrama et al. (2014) (a)	Isla del Carmen, Carmen	DN	46	41	5	11%	46	0	0	0
45	31	Guadarrama et al. (2014) (a)	Isla del Carmen, Carmen	DN	46	41	5	11%	46	0	0	0
46	32	García-Licona et al. (2014)	El Carmen II, Calakmul	SMSP	76	69	7	9%	58	13	3	0
47	33	Gutiérrez Báez et al. (2014)	San Agustín Olá, Campeche	SMSC	62	60	2	3%	54	5	0	0
48	34	Gutiérrez Báez et al. (2015)	Zona arqueológica de Jaina, Calkiní	SMSC	191	183	8	4%	169	10	7	0
49	35	Zamora-Crescencio et al. (2015) (a)	La Reserva de la Biosfera Los Petenes, Calkiní	MG	31	27	0	0%	24	1	2	4
50	35	Zamora-Crescencio et al. (2015) (a)	La Reserva de la Biosfera Los Petenes, Calkiní	MG	31	27	0	0%	24	1	2	4
51	36	Báez-Vargas et al. (2016) (a)	Kilómetro Ciento Veinte, Calakmul	SMSP	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
52	36	Báez-Vargas et al. (2016) (ab)	Puebla de Morelia, Calakmul	SMSP	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
53	37	Gutiérrez Báez et al. (2016) (b)	Campeche, Campeche	SMSC	793	756	37	5%	384	8	9	0
54	37	Gutiérrez Báez et al. (2016) (b)	Campeche, Campeche	SMSC	793	756	37	5%	384	8	9	0
55	38	Gutiérrez-Báez et al. (2016) (a)	El Remate, Calkiní	SMSP	406	382	24	6%	354	23	21	0
56	39	Mendoza-Arroyo (2016) (a)	Reserva Estatal Balam-kin, Calakmul	SMSC	56	51	5	9%	41	8	7	0
57	39	Mendoza-Arroyo (2016) (ab)	Reservas Estatales de Balam-kú, Calakmul	SMSC	56	51	5	9%	41	8	7	0

58	40	Zamora-Crescencio et al. (2016)	Predio San Fernando, Campeche	SMSC	61	55	1	2%	41	8	4	5
59	41	Chiquini-Heredia et al. (2017) (a)	Centauro del Norte, Calakmul	SMSP	112	98	14	13%	84	17	8	0
60	41	Chiquini-Heredia et al. (2017) (ab)	El Carmen II, Calakmul	SMSP	112	98	14	13%	84	17	8	0
61	41	Chiquini-Heredia et al. (2017) (ac)	Narciso Mendoza, Calakmul	SMSP	112	98	14	13%	84	17	8	0
62	41	Chiquini-Heredia et al. (2017) (ad)	Nuevo Conhuás, Calakmul	SMSP	112	98	14	13%	84	17	8	0
63	41	Chiquini-Heredia et al. (2017) (ae)	Arroyo Negro, Calakmul	SMSP	112	98	14	13%	84	17	8	0
64	41	Chiquini-Heredia et al. (2017) (af)	Carlos A. Madrazo, Calakmul	SMSP	112	98	14	13%	84	17	8	0
65	41	Chiquini-Heredia et al. (2017) (ag)	Josefa Ortíz Domínguez I, Calakmul	SMSP	112	98	14	13%	84	17	8	0
66	41	Chiquini-Heredia et al. (2017) (ah)	Ley de Fomento Agropecuario, Calakmul	SMSP	112	98	14	13%	84	17	8	0
67	41	Chiquini-Heredia et al. (2017) (ai)	Unidad y Trabajo, Calakmul	SMSP	112	98	14	13%	84	17	8	0
68	42	Esperanza & Martínez (2017)	Álvaro Obregón, Calakmul	SMSP	121	108	10	8%	93	17	7	3
69	43	García-Jiménez (2017) (a)	Predio la Corriente, Ejido Haro, Escárcega	SMSP	55	47	8	15%	49	3	3	0
70	43	García-Jiménez (2017) (ab)	Predio los Nances, Ejido Haro, Escárcega	SMSP	55	47	8	15%	49	3	3	0
71	44	Gutiérrez-Báez et al. (2017)	Imí III, Campeche	SMSC	95	93	2	2%	81	5	7	0
72	45	Avilés-Ramírez et al. (2018)	La bahía de Xpicob, Campeche	SMSC	30	29	1	3%	21	2	7	0
73	46	Gutiérrez Báez et al. (2018)	San Antonio Cayal, Campeche	SMSC	54	53	1	2%	52	2	0	0
74	47	Zamora-Crescencio et al. (2018) (a)	Ejido Bethania, Campeche	SMSC	80	68	4	5%	53	10	5	8
75	47	Zamora-Crescencio et al. (2018) (ab)	Ejido Bethania, Campeche	SMSC	80	68	4	5%	53	10	5	8

---

**Escala local (Quintana Roo)**

76	48	Escoto (1987)	Ejido Divorciados, Othón P. Blanco	SMSP	57	39	17	30%	46	4	2	1
77	49	Vester (2002)	Ejido El Refugio, José María Morelos	SMSP, SMSC, SB, SBI	103	87	15	15%	87	6	8	1
78	51	Cortés-Castelán & Islebe (2003) (a)	Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Felipe Carrillo Puerto,	SMSP	84	72	12	14%	73	7	2	0
79	51	Cortés-Castelán & Islebe (2003) (a)	Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Felipe Carrillo Puerto	SMSP	84	72	12	14%	73	7	2	0
80	50	Merediz (2003)	La Region-Bala'an K'aax, José María Morelos	SMSP, SMSC, SB, SBI	260	188	68	26%	215	18	12	4
81	52	Bonilla (2004)	Corredor Biológico Sian Ka'an-Calakmul, Felipe Carrillo Puerto	VA	89	83	6	7%	78	0	3	0
82	53	Schultz (2005)	Reserva Ecológica El Edén, Lázaro Cárdenas	SBI, MG, MD, P	405	348	51	13%	342	23	20	6
83	55	Sánchez-Sánchez et al. (2007)	Central Vallarta, Puerto Morelos	SMSP	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
84	56	Kantún-Balam et al. (2013) (a)	Cancún, Benito Juárez	SMSP	449	429	20	4%	216	17	183	0
85	56	Kantún-Balam et al. (2013) (ab)	El Porvenir, Benito Juárez	SMSP	449	429	20	4%	216	17	183	0
86	56	Kantún-Balam et al. (2013) (ac)	Leona Vicario, Benito Juárez	SMSP	449	429	20	4%	216	17	183	0
87	56	Kantún-Balam et al. (2013) (ad)	Puerto Morelos, Benito Juárez	SMSP	449	429	20	4%	216	17	183	0
88	56	Kantún-Balam et al. (2013) (ae)	Chancah Veracruz, Felipe Carrillo Puerto	SMSP	449	429	20	4%	216	17	183	0
89	56	Kantún-Balam et al. (2013) (af)	Felipe Carrillo Puerto	SMSP	449	429	20	4%	216	17	183	0
90	56	Kantún-Balam et al. (2013) (ag)	Tihosuco, Felipe Carrillo	SMSP	449	429	20	4%	216	17	183	0
91	56	Kantún-Balam et al. (2013) (ah)	Tixcacal Guardia, Felipe Carrillo Puerto	SMSP	449	429	20	4%	216	17	183	0

92	56	Kantún-Balam et al. (2013) (ai)	Bacalar	SMSP	449	429	20	4%	216	17	183	0
93	56	Kantún-Balam et al. (2013) (aj)	Maya Balam, Othón P. Blanco	SMSP	449	429	20	4%	216	17	183	0
94	56	Kantún-Balam et al. (2013) (ak)	Miguel Hidalgo, Othón P. Blanco	SMSP	449	429	20	4%	216	17	183	0
95	56	Kantún-Balam et al. (2013) (al)	Sergio Butrón, Othón P. Blanco	SMSP	449	429	20	4%	216	17	183	0
96	54	Salazar-Rivera et al. (2013) (a)	Ejido de Laguna Om, Othón P. Blanco	SMSP	43	30	11	26%	40	2	0	2
97	54	Salazar-Rivera et al. (2013) (a)	Ejido de Laguna Om, Othón P. Blanco	SMSP	43	30	11	26%	40	2	0	2
98	57	Calix (2014)	Laguna Chile Verde, Othón P. Blanco	SMSP	77	61	14	18%	67	2	3	2
99	57	Calix (2014)	Laguna Guerrero, Othón P. Blanco	SMSP	77	61	14	18%	67	2	3	2
100	57	Calix (2014)	El Creek Bacalar, Othón P. Blanco	SMSP	77	61	14	18%	67	2	3	2
101	58	Carreón-Santos et al. (2014)	Andrés Quintana Roo, Felipe Carrillo Puerto	SMSP	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
102	59	Coronado Ávila et al. (2015)	Cenote Mahahual-Xcalak, Othón P. Blanco	SBI	16	12	4	25%	14	0	0	0
103	60	Hernández-Ramírez & García-Méndez (2015)	Reserva Ecológica El Edén, Lázaro Cárdenas	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
104	61	Hernández-Méndez (2017)	Ejido la Lucha, Othón P. Blanco	SMSP	71	59	11	15%	62	4	4	1
105	62	Tadeo y Valdez et al. (2019) (a)	Bacalar, Bacalar	SMSP	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
106	62	Tadeo y Valdez et al. (2019) (ab)	Noh Bec, Felipe Carrillo Puerto	SMSP	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D

#### Escala local (Yucatán)

107	63	IMTA (1983) (a)	Oriente de Yucatán, Tizimín	SMSC	257	203	54	21%	224	9	14	0
108	63	IMTA (1983) (a)	Oriente de Yucatán, Tizimín	SMSC	257	203	54	21%	224	9	14	0
109	64	White et al. (1995) (a)	Calcehtok, Opichén	SMSC	44	35	8	18%	33	5	2	1
110	64	White et al. (1995) (ab)	Ticul, Tukul	SMSC	36	30	5	14%	28	4	1	1
111	64	White et al. (1995) (ac)	Tzucacab, Tzucacab	SMSC	54	46	8	15%	44	6	0	0



112	64	White et al. (1995) (ad)	San Mateo, Yaxcabá	SMSC	45	37	8	18%	34	6	2	0
113	64	White et al. (1995) (ae)	Othón P. Blanco, José María Morelos	SMSC	50	44	6	12%	38	7	2	0
114	64	White et al. (1995) (af)	Mirador, José María Morelos	SMSC	30	24	5	17%	26	2	0	1
115	64	White et al. (1995) (ag)	Uitizina, Peto	SMSC	18	14	4	22%	16	1	1	0
116	65	Durán (1997) (a)	Reserva de la Biosfera Rio Lagartos, Rio Lagartos	SMSP, SBC, MG, DN	519	399	104	20%	425	24	37	16
117	65	Durán (1997) (a)	Reserva de la Biosfera Rio Lagartos, Rio Lagartos	SMSP, SBC, MG, DN	519	399	104	20%	425	24	37	16
118	66	Mizrahi et al. (1997)	Hacienda de Kancabchen, Motul	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
119	67	Ceccon et al. (2002)	Parque Nacional Dzibilchaltún, Mérida	SBC	54	40	10	19%	36	6	7	4
120	68	Gonzales et al. (2002) (a)	Dzibilchaltún, Merida	SBC	227	153	39	17%	157	15	18	35
121	68	Gonzales et al. (2002) (ab)	Chicxulub, Conkal	SBC	227	153	39	17%	157	15	18	35
122	68	Gonzales et al. (2002) (ac)	Sierra, Papacal, Ucú	SBC	227	153	39	17%	157	15	18	35
123	68	Gonzales et al. (2002) (ad)	Ixil, Chicxulub Pueblo	SBC	227	153	39	17%	157	15	18	35
124	68	Gonzales et al. (2002) (ae)	Dzemul, Motul	SBC	227	153	39	17%	157	15	18	35
125	69	Trejo & Dirzo (2002)	Sayil, Santa Elena	SBC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
126	70	White et al. (2004) (a)	Calcehtok, Opichén	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
127	70	White et al. (2004) (ab)	Ticul, Tukul	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
128	70	White et al. (2004) (ac)	Kabah, Santa Elena	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
129	70	White et al. (2004) (ad)	Tzucacab, Tzucacab	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
130	70	White et al. (2004) (ae)	San Mateo, Yaxcabá	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
131	70	White et al. (2004) (af)	José María Morelos	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
132	70	White et al. (2004) (ag)	Uitizina, Peto	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
133	70	White et al. (2004) (ah)	Mirador, José María Morelos	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
134	71	Zamora Crescencio et al. (2008) (a)	X-Cime, Tzucacab	SMSC	125	95	20	16%	93	13	5	10

135	71	Zamora Crescencio et al. (2008) (ab)	San Isidro, Tzucacab	SMSC	125	95	20	16%	93	13	5	10
136	71	Zamora Crescencio et al. (2008) (ac)	Esperanza, Tzucacab	SMSC	125	95	20	16%	93	13	5	10
137	71	Zamora Crescencio et al. (2008) (ad)	Escondido, Tzucacab	SMSC	125	95	20	16%	93	13	5	10
138	71	Zamora Crescencio et al. (2008) (ae)	Piste Akal, Tzucacab	SMSC	125	95	20	16%	93	13	5	10
139	71	Zamora Crescencio et al. (2008) (af)	San Francisco Tzucacab	SMSC	125	95	20	16%	93	13	5	10
140	71	Zamora Crescencio et al. (2008) (ag)	Luis Echeverria, Tzucacab	SMSC	125	95	20	16%	93	13	5	10
141	71	Zamora Crescencio et al. (2008) (ah)	Ek Balan, Tzucacab	SMSC	125	95	20	16%	93	13	5	10
142	71	Zamora Crescencio et al. (2008) (ai)	Caxaytuc, Tzucacab	SMSC	125	95	20	16%	93	13	5	10
143	72	Torres (2010) (a)	Celestún, Celestún	MD	71	55	16	23%	63	0	7	0
144	72	Torres (2010) (ab)	Sisal, Hunucmá	MD	71	55	16	23%	63	0	7	0
145	72	Torres (2010) (ac)	Chuburná, Progreso	MD	71	55	16	23%	63	0	7	0
146	72	Torres (2010) (ad)	Tulix, Ixil	MD	71	55	16	23%	63	0	7	0
147	72	Torres (2010) (ae)	La Casona, Dzidzantún	MD	71	55	16	23%	63	0	7	0
148	72	Torres (2010) (af)	San Benito, Ixil	MD	71	55	16	23%	63	0	7	0
149	72	Torres (2010) (ag)	Holchit, Río Lagartos	MD	71	55	16	23%	63	0	7	0
150	72	Torres (2010) (ah)	Punta Cancunito, Río Lagartos	MD	71	55	16	23%	63	0	7	0
151	72	Torres (2010) (ai)	Alegrías, Tizimín	MD	71	55	16	23%	63	0	7	0
152	72	Torres (2010) (aj)	El Cuyo, Tizimín	MD	71	55	16	23%	63	0	7	0
153	73	Dupuy et al. (2011) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SBSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
154	73	Dupuy et al. (2011) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SBSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
155	74	Gutiérrez-Báez et al. (2011) (a)	Nohalal-Sudzal Chico, Tekax	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
156	74	Gutiérrez-Báez et al. (2011) (a)	Nohalal-Sudzal Chico, Tekax	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
157	75	Guadarrama et al. (2012)	Sisal, Hunucmá	DN	56	40	15	27%	50	1	3	1

158	75	Guadarrama et al. (2012)	Sisal, Hunucmá	DN	56	40	15	27%	50	1	3	1
159	75	Guadarrama et al. (2012)	Sisal, Hunucmá	DN	56	40	15	27%	50	1	3	1
160	76	Gutiérrez Báez et al. (2012)	Xmatkuil, Hunucmá	SBC	124	114	10	8%	112	6	3	0
161	77	López Martínez et al. (2013) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
162	77	López Martínez et al. (2013) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
163	78	Ortiz-Díaz et al. (2014) (a)	Chacho Lugo, Tekax	SB	141	131	3	2%	124	2	6	7
164	78	Ortiz-Díaz et al. (2014) (a)	San Miguel Allende, Tekax	SB	141	131	3	2%	124	2	6	7
165	79	Albor Pinto et al. (2017)	Reserva Estatal Biocultural del Puuc, Tekax	SMSC	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
166	80	Guadarrama et al. (2018) (a)	Progreso, Progreso	SBI, MG, MD, P	192	177	15	8%	170	5	10	0
167	80	Guadarrama et al. (2018) (a)	Progreso, Progreso	SBI, MG, MD, P	192	177	15	8%	170	5	10	0
168	81	López-Jiménez et al. (2019)	El Zapotal, Tizimín	SMSP	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
169	81	López-Jiménez et al. (2019)	El Zapotal, Tizimín	SMSP	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
170	82	Rodríguez-Sánchez et al. (2019)	Yaxcabá, Yaxcabá	SMSC	91	64	11	12%	59	59	2	16

### 9.3 Anexo Capítulo 2

#### Material complementario electrónico

**Apéndice 1** Caracterización de las zonas arqueológicas abiertas al público (ZAAP) y estudios florísticos (EF) en la Península de Yucatán (ID= Identificación; Cro=Cronología (años); UbCro=Ubicación cronológica principal; PreclaMe=Preclásico Medio; PreclaTar=Preclásico Tardío; ClaTem=Clásico Temprano; Cla=Clásico; ClaTar=Clásico Tardío; PostclaTem=Postclásico Temprano; Postcla=Postclásico; PostclaTar=Postclásico Tardío; SE/Mun=Sitio de estudio/Municipio; AAPZA= Año apertura zona arqueológica; Superficie= Sup; TV=Tipo de vegetación CONABIO 1999; Tem=Temperatura; Pre=Precipitación; Eda=Edafología; Long=Longitud; Lat=Latitud; MAPF= Manejo agrícola pecuario y forestal; MG= Manglar; PT= Popal o Tular; SB= Sabana; SBSC= Selva baja subcaducifolia; SBSP= Selva baja subperennifolia; SMSC= Selva mediana subcaducifolia; SMSP= Selva mediana subperennifolia; VSA= Vegetación Suelo Arenosos). Edafología: E=Rendzina; Rc=Regosol calcarico; Zo=Solonchak Ortico; E=Rendzina, Ne=Nitosol eutricto; I=Litosol; Lc=Luvisol cromico; Bc=Cambisol cromico; I=Litosol, Ne=Nitosol Eutricto; E=Rendzina; Vc=Vertisol Cromico; I=Litosol; E=Rendzina. \* El AAPZA y la superficie (has) para las ZAAP faltantes, no fueron encontradas en el Diario Oficial de la Federación

ID	ZAAP/EF-Autor (es)	Cro	UbiCro	SE/Mun	AAPZA*	Sup*	TV	Tem	Pre	Eda	Lon	Lat
<b>ZAAP Campeche</b>												
1	Balamkú	300 a.C. - 1000	Cla				SMSP	26	1051	E	-89.945	18.558
2	Becán	600 a.C. - 1000	ClaTar		2002	71.7	SMSP	25	1043	E	-89.466	18.517
3	Calakmul	250 a.C. - 1000	PreclaTar				SMSP	25	1232	E	-89.814	18.104
4	Chunhuhub	500 a.C - 1000	ClaTar				SB	26	1085	Ne	-89.796	20.158
5	Chicanná	200 a.C. - 1100	ClaTar				SMSP	25	1053	E	-89.486	18.507
6	Dzibilnocac	500 a.C. - 1000	ClaTar		2002	29.6	SMSC	26	1081	E	-89.595	19.578
7	Edzná	400 a.C- 1400	ClaTar		2002	340	SBSP	26	1223	Lc	-90.230	19.597
8	El Tigre	600 a.C. - 1557	PreclaMe		2002	712.21	PT	27	1392	E	-90.835	18.123
9	Hochob	700 a.C. - 900	ClaTar				SMSC	25	1120	E	-89.771	19.407
10	El Hormiguero	300 a.C. - 950	ClaTar				SMSP	25	1099	E	-89.493	18.410
11	Kanki	600 a.C. - 850	ClaTem				SMSC	26	1166	Ne	-90.111	19.999
12	Santa Rosa Xtampak	600 a.C. - 1500	Postcla				SMSC	25	1078	Vc	-89.596	19.775

13	Tabasqueño	650 a.C. - 1250	PostclaTem			SMSC	25	1131	E	-89.784	19.500
14	Tahcok	770 a.C. - 1000	Cla			SMSC	26	1114	E	-89.870	19.769
15	Xcalumkín	600 a.C. - 1000	PreclaTar			SMSC	26	1116	Ne	-90.011	20.172
16	Xpuhil	300 a.C. - 1200	ClaTar	2002	21.6	SMSP	25	1039	E	-89.406	18.511
<b>ZAAP Quintana Roo</b>											
17	Calica	300 a.C. - 1550	PostclaTar			SMSP	26	1338	I	-87.138	20.580
18	Chakanbakán	300 a.C. - 1546	PreclaTar			MAPF	25	1113	E	-89.090	18.452
19	Cobá	100 a.C. - 1450	Clásico			SMSP	25	1155	I	-87.732	20.490
20	Caracol- Punta Sur	1200 - 1500	PostclaTar			SMSP	26	1382	Zo	-86.979	20.280
21	Chacchoben	300 a.C. - 1450	PostclaTar			SMSP	26	1337	Vp	-88.234	19.002
22	Dzibanché	300 a.C. - 1550	Cla			SMSP	25	983	E	-88.759	18.638
23	Kinichná	300 a.C. - 1500	Cla			SMSP	25	977	E	-88.767	18.661
24	El Meco	600 - 1500	ClaTar	1969	16.3	MG	26	1210	Rc	-86.804	21.211
25	El Rey	300 - 1550	PostclaTar		0	VSA	26	1236	Zo	-86.782	21.060
26	Kohunlich	300 a.C. - 1200	PostclaTar	2002	710.19	SMSP	25	1162	E	-88.791	18.419
27	Muyil	300 a.C. - 1450	PostclaTar			SMSP	26	1209	Zm	-87.611	20.079
28	Oxtankah	600 a.C. - 1100	ClaTem			SMSP	26	1218	E	-88.233	18.608
29	Playa del Carmen (Xamanhá)	1200 - 1550	PostclaTar	2002	9.3	SMSP	26	1344	E	-87.083	20.615
30	San Gervasio	300 - 1450	PostclaTar			SMSP	26	1440	E	-86.846	20.500
31	San Miguelito	1200 - 1550	PosclaTar			VSA	26	1234	Zo	-86.779	21.071
32	Tulum	564 - 1550	ClaTar	1993	691.49	SMSP	26	1185	I	-87.429	20.215
33	Xelhá	250 - 1550	ClaTem	2002	177.65	SBSC	26	1222	I	-87.366	20.320
34	Xcaret	600 - 1550	Cla	1994	20.4	SMSP	26	1333	E	-87.119	20.579
<b>ZAAP Yucatán</b>											
35	Acanceh	700 a.C. -1000	Cla			MAPF	26	1007	E	-89.452	20.814
36	Aké	300 a.C. - 1450	PreclaTar			MAPF	26	938	E	-89.300	20.948
37	Balamcanché	900 - 1200	PostcláTem			SMSC	26	1214	I	-88.535	20.658

38	Chacmultún	300 a.C. - 1500	ClaTar			SMSC	25	1138	E	-89.345	20.173
39	Chichén Itzá	300 a.C. - 1550	PostclaTem	1986	1147.4	SMSC	26	1218	I	-88.569	20.683
40	Dzibilchaltún	600 a.C.- 1100	ClaTar			SBSC	26	877	I	-89.597	21.091
41	Ek Balam	300 - 1550	ClaTar			SMSC	26	1248	Bc	-88.136	20.892
42	Izamal	150 - 1200	ClaTar			MAPF	26	999	IC	-89.018	20.929
43	Kabah	600 - 1000	ClaTar			SMSC	25	1084	E	-89.647	20.248
44	Labná	200 a.C. - 1000	ClaTar			SMSC	26	1091	Ne	-89.579	20.173
45	Loltún	900 a.C. - 1500	PreclaTar			SMSC	26	1119	I	-89.456	20.254
46	Mayapán	300 a.C. - 1450	Postcla			SBSC	26	1070	I	-89.461	20.630
47	Oxkintok	300 a.C. - 1200	PostclaTem			SMSC	26	1066	E	-89.953	20.561
48	Sayil	800 - 950	ClaTar			SMSC	26	1084	Ne	-89.652	20.178
49	Uxmal	500 a.C. -1150	ClaTar			SMSC	26	1105	E	-89.769	20.361
50	Xlapak	750-950	ClaTar			SMSC	25	1086	Ne	-89.608	20.175
51	Xcambó	350-550	Clásico Temprano			MG	26	745	Zo	-89.354	21.314

#### EF-Autor (es) Campeche

52	Avilés- Ramírez et al. (2018)		La bahía de Xpicob, Campeche			SMSC				-90.668	19.721
53	Gutiérrez Báez et al. (2018)		San Antonio Cayal, Campeche			SMSC				-90.162	19.712
54	Zamora- Crescencio et al. (2018) (a)		Ejido Bethania, Campeche			SMSC				-90.345	19.904
55	Zamora- Crescencio et al. (2018) (ab)		Ejido Bethania, Campeche			SMSC				-90.344	19.886
56	Esparza y Martínez (2017)		Álvaro Obregón, Calakmul			SMSP				-89.418	18.593
57	Gutiérrez- Báez et al. (2017)		Imí III, Campeche			SMSC				-90.467	19.867

58	Chiquini- Heredia et al. (2017) (a)	Centauro del Norte, Calakmul	SMSP	-89.538	18.355
59	Chiquini- Heredia et al. (2017) (ab)	El Carmen II, Calakmul	SMSP	-89.417	18.159
60	Chiquini- Heredia et al. (2017) (ac)	Narciso Mendoza, Calakmul	SMSP	-89.490	18.242
61	Chiquini- Heredia et al. (2017) (ad)	Nuevo Conhuás, Calakmul	SMSP	-89.879	18.529
62	Chiquini- Heredia et al. (2017) (ae)	Arroyo Negro, Calakmul	SMSP	-89.278	17.823
63	Chiquini- Heredia et al. (2017) (af)	Carlos A. Madrazo, Calakmul	SMSP	-89.246	18.034
64	Chiquini- Heredia et al. (2017) (ag)	Josefa Ortiz Domínguez, Calakmul	SMSP	-89.172	18.069
65	Chiquini- Heredia et al. (2017) (ah)	Ley de Fomento Agropecuario, Calakmul	SMSP	-89.420	18.065
66	Chiquini- Heredia et al. (2017) (ai)	Unidad y Trabajo, Calakmul	SMSP	-89.419	18.109
67	García Jiménez (2017) (a)	Predio la Corriente, Ejido Haro, Escarcega	SMSP	-90.796	18.434
68	García Jiménez (2017) (ab)	Predio los Nances, Ejido Haro, Escarcega	SMSP	-90.926	18.437
69	Mendoza- Arroyo (2016) (a)	Reserva Estatal Balam-kin, Campeche	SMSC	-89.871	18.995

70	Mendoza-Arroyo (2016) (ab)	Reservas Estatales de Balam-kú, Campeche	SMSC	-89.999	18.486
71	Gutiérrez-Báez et al. (2016) (a)	El Remate, Calkiní	SMSP	-90.383	20.533
72	Gutiérrez-Báez et al. (2016) (b)	Campeche, Campeche	SMSC	-90.000	19.250
73	Gutiérrez-Báez et al. (2016) (b)	Campeche, Campeche	SMSC	-90.750	20.000
74	Zamora-Crescencio et al. (2016)	Predio San Fernando, Campeche	SMSC	-90.428	19.879
75	Báez-Vargas et al. (2016) (a)	Kilómetro Ciento Veinte, Calakmul	SMSP	-89.678	18.523
76	Báez-Vargas et al. (2016) (ab)	Puebla de Morelia, Calakmul	SMSP	-89.698	18.520
77	Gutiérrez-Báez et al. (2015)	Zona arqueológica de Jaina	SMSC	-90.390	20.178
78	Zamora-Crescencio et al. (2015) (a)	La Reserva de la Biosfera Los Petenes	MG	-90.333	20.000
79	Zamora-Crescencio et al. (2015) (a)	La Reserva de la Biosfera Los Petenes	MG	-90.500	21.000
80	Dzib-Castillo et al. (2014) (a)	San José de Carpizo, Champotón	SBC	-90.579	19.356
81	Dzib-Castillo et al. (2014) (ab)	Pomuch, Hecelchakán	SMSC	-90.157	20.116



82	Guadarrama et al. (2014) (a)	La Isla del Carmen, Carmen	DN	-90.483	17.867
83	Guadarrama et al. (2014) (a)	La Isla del Carmen, Carmen	DN	-92.467	19.017
84	Echeverría et al. (2014)	Ejido de Pachuitz, Hopelchén	SMSP	-89.249	19.147
85	Gutiérrez Báez et al. (2014)	San Agustín Olá, Campeche	SMSC	-90.528	19.710
86	García-Licona et al. (2014)	El Carmen II, Calakmul, ,	SMSP	-89.415	18.158
87	Gutiérrez Báez et al. (2013)	Hampolol, Campeche	SMSP	-90.375	19.947
88	Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez (2012) (a)	Oxpemul, Campeche	SMSP	-89.775	18.323
89	Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez (2012) (a)	Oxpemul, Campeche	SMSP	-89.787	18.321
90	Gutiérrez Báez et al. (2012) (a)	Mucuychacán, Campeche	SMSC	-90.450	19.667
91	Gutiérrez Báez et al. (2012) (a)	Mucuychacán, Campeche	SMSC	-90.483	19.683
92	Vázquez et al. (2012) (a)	Ejido de Xmabén, Hopelchén	SB	-89.295	19.193

93	Vázquez et al. (2012) (a)	Ejido de Xmabén, Hopelchén	SB	-89.234	19.225
94	Vázquez et al. (2012) (b)	Ejido de Xmabén, Hopelchén	SB	-89.295	19.193
95	Vázquez et al. (2012) (b)	Ejido de Xmabén, Hopelchén	SB	-89.234	19.225
96	Mendoza-Arroyo et al. (2011)	Balam-kin	SBSC	-89.993	19.054
97	Mendoza-Arroyo et al. (2011)	Balam-kin	SBSC	-90.020	18.939
98	Zamora-Crescencio et al. (2011)	Tepakán, Calkiní	SBC	-90.017	20.400
99	Chan Dzul (2010)	Nuevo Conhuás, Calakmul	SMSP	-89.928	18.550
100	Schmook et al. (2005) (a)	Álvaro Obregón, X-pujil-Zoh Laguna	VSA	-89.363	18.686
101	Schmook et al. (2005) (ab)	El Refugio, X-pujil-Zoh Laguna	VSA	-89.374	18.778
102	Schmook et al. (2005) (ac)	La Lucha, X-pujil-Zoh Laguna	VSA	-89.479	18.445
103	Schmook et al. (2005) (ad)	Sentauros del Norte, X-pujil-Zoh Laguna	VSA	-89.545	18.343
104	Schmook et al. (2005) (ae)	Km 120, X-pujil-Zoh Laguna	VSA	-89.729	18.523
105	Zamora-Crescencio (2003) (a)	Tenabo, Tenabo	SMSP, SMSC, SBSC, SBC, SB, MG	-90.053	19.808

106	Zamora Crescencio (2003) (a)	Tenabo, Tenabo	SMSP, SMSC, SBSC, SBC, SB, MG	-90.491	20.146
107	Díaz- Gallegos et al. (2002) (a)	La Guadalupe, Calakmul	SMSP	-89.475	18.288
108	Díaz- Gallegos et al. (2002) (a)	La Guadalupe, Calakmul	SMSP	-89.490	18.358
109	Palacio et al. (2002) (a)	Balam-kin	SMSC, SBSC, SBC	-89.993	19.054
110	Palacio et al. (2002) (a)	Balam-kin	SMSC, SBSC, SBC	-90.020	18.939
111	Martínez et al. (2001)	Region Calakmul, Campeche	SMSP, SMSC, SBSC, SBC, SB	-89.623	17.974
112	Duran (1995)	La Reserva de la Biosfera Los Pet	MG	-90.333	20.000

---

**EF-Autor (es) Quintana Roo**

113	Tadeo y Valdez et al. (2019) (a)	Bacalar, Bacalar	SMSP	-88.607	18.710
114	Tadeo y Valdez et al. (2019) (ab)	Noh Bec, Felipe Carrillo Puerto	SMSP	-88.321	19.136
115	Hernández- Méndez (2017)	Ejido la Lucha	SMSP	-89.208	18.307
116	Hernández- Ramírez y García- Méndez (2015)	Reserva Ecológica El Edén, Quintana Roo	SMSC	-87.183	21.200
117	Coronado Ávila et al. (2015)	Cenote Mahahual-Xcalak, Othón P. Blanco	SBI	-87.799	18.445
118	Carreón- Santos et al. (2014)	Andrés Quintana Roo, Felipe Carrillo Puerto	SMSP	-88.101	19.160

119	Calix (2014)	El Creek, Bacalar	SMSP	-88.165	18.933
120	Calix (2014)	Laguna Guerrero, Bacalar	SMSP	-88.138	18.869
121	Calix (2014)	Laguna Chile Verde, Bacalar	SMSP	-88.218	18.712
122	Balam et al. (2013) (a) Kantún-	Cancún, Benito Juárez	SMSP	-86.848	21.161
123	Balam et al. (2013) (ab) Kantún-	El Porvenir, Benito Juárez	SMSP	-87.001	21.078
124	Balam et al. (2013) (ac) Kantún-	Leona Vicario, Benito Juárez	SMSP	-87.203	20.992
125	Balam et al. (2013) (ad) Kantún-	Puerto Morelos, Benito Juárez	SMSP	-86.899	20.854
126	Balam et al. (2013) (ae) Kantún-	Chanchah Veracruz, Felipe Carrillo Puerto	SMSP	-87.994	19.494
127	Balam et al. (2013) (af) Kantún-	Felipe Carrillo Puerto, Felipe Carrillo Puerto	SMSP	-88.045	19.579
128	Balam et al. (2013) (ag) Kantún-	Tihosuco, Felipe Carrillo	SMSP	-88.374	20.196
129	Balam et al. (2013) (ah) Kantún-	Tixcacal Guardia, Felipe Carrillo Puerto	SMSP	-88.175	19.859
130	Balam et al. (2013) (ai) Kantún-	Bacalar, Othón P. Blanco	SMSP	-88.395	18.677
131	Balam et al. (2013) (aj) Kantún-	Maya Balam, Othón P. Blanco	SMSP	-88.400	18.939
132	Balam et al. (2013) (ak)	Miguel Hidalgo, Othón P. Blanco	SMSP	-88.344	18.833

133	Kantún- Balam et al. (2013) (al)	Sergio Butrón, Othón P. Blanco	SMSP	-88.569	18.516
134	Sánchez et al. (2007)	Central Vallarta, Benito Juarez	SMSP	-86.904	20.873
135	Salazar Rivera et al. (2013) (a)	Ejido de Laguna Om, Othón P. Blanco	SMSP	-88.976	18.482
136	Salazar Rivera et al. (2013) (a)	Ejido de Laguna Om, Othón P. Blanco	SMSP	-88.970	18.474
137	Schultz (2005)	Reserva Ecológica El Edén	SBI, MG, MD, P	-87.168	21.208
138	Bonilla (2004)	Felipe Carrillo Puerto, Corredor Biológico Sian Ka'an-Calakmul	VAV	-88.109	19.576
139	Cortes- Castelán y Islebe (2003) (a)	Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Felipe Carrillo Puerto, Cozumel y Solidaridad	SMSP	-88.049	19.156
140	Cortes- Castelán y Islebe (2003) (a)	Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Felipe Carrillo Puerto, Cozumel y Solidaridad	SMSP	-87.959	19.425
141	Merediz (2003)	La Region-Bala'an K'aax	SMSP, SMSC, SB, SBI	-89.136	19.406
142	Vester (2002)	Ejido El Refugio, Maria Morelos y Bacalar	SMSP, SMSC, SB, SBI	-89.005	18.811
143	Escoto (1987)	Ejido " Divorciados ", Othon P. Blanco	SMSP	-88.447	19.069
<b>EF-Autor (es) Yucatán</b>					
144	López Jiménez et al. (2019)	El Zapotal, Tizimin	SMSP	-87.653	21.390
145	López Jiménez et al. (2019)	El Zapotal, Tizimin	SMSP	-87.571	21.333

146	Rodríguez-Sánchez et al. (2019)	Yaxcabá, Yucatán	SMSC	-88.816	20.553
147	Guadarrama et al. (2018) (a)	Límite costero entre Chuburná y Sisal, Yucatán	SBI, MG, MD, P	-89.492	21.278
148	Guadarrama et al. (2018) (a)	Límite costero entre Chuburná y Sisal, Yucatán	SBI, MG, MD, P	-89.881	21.236
149	Albor Pinto et al. (2017)	Reserva Estatal Biocultural del Puuc, Tekax	SMSC	-89.132	19.936
150	Ceccon et al. (2002)	Parque Nacional Dzibichaltún, Mérida	SBC	-89.283	21.100
151	Dupuy et al. (2011) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SBSC	-89.600	20.019
152	Dupuy et al. (2011) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SBSC	-89.392	20.019
153	Báez et al. (2011) (a) Gutiérrez	Nohalal-Sudzal Chico, Tekax	SMSC	-89.083	19.667
154	Báez et al. (2011) (a)	Nohalal-Sudzal Chico, Tekax	SMSC	-89.333	19.792
155	Guadarrama et al. (2012)	Sisal, Hunucmá	DN	-90.046	21.164
156	Guadarrama et al. (2012)	Sisal, Hunucmá	DN	-89.935	21.210
157	Guadarrama et al. (2012) Gutiérrez	Sisal, Hunucmá	DN	-89.970	21.189
158	Báez et al. (2012) López	Xmatkuil, Mérida	SBC	-89.633	20.867
159	Martínez et al. (2013) (a) López	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SMSC	-89.650	20.017
160	Martínez et al. (2013) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SMSC	-90.000	20.267

161	Ortiz-Díaz et al. (2014) (a)	Chacho Lugo, Tekax	SB	-89.844	19.744
162	Ortiz-Díaz et al. (2014) (a)	Chacho Lugo, Tekax	SB	-89.334	19.792
163	Torres (2010) (a)	Celestún, Celestún	MD	-90.338	21.002
164	Torres (2010) (ab)	Sisal, Hunucmá	MD	-90.068	21.155
165	Torres (2010) (ac)	Chuburná, Progreso	MD	-89.831	21.249
166	Torres (2010) (ad)	Tulix, Ixil	MD	-89.487	21.291
167	Torres (2010) (ae)	La Casona, Dzidzantún	MD	-89.027	21.353
168	Torres (2010) (af)	San Benito, Ixil	MD	-89.432	21.300
169	Torres (2010) (ag)	Holchit, Río Lagartos	MD	-88.148	21.615
170	Torres (2010) (ah)	Punta Cancunito, Río Lagartos	MD	-88.099	21.592
171	Torres (2010) (ai)	Alegrías, Tizimín	MD	-87.759	21.533
172	Torres (2010) (aj)	El Cuyo, Tizimín	MD	-87.650	21.510
173	Zamora Crescencio et al. (2008) (a)	X-Cime, Tzucacab	SMSC	-89.062	19.951
174	Zamora Crescencio et al. (2008) (ab)	San Isidro, Tzucacab	SMSC	-89.079	19.949
175	Zamora Crescencio et al. (2008) (ac)	Esperanza, Tzucacab	SMSC	-89.065	19.974
176	Zamora Crescencio et	Econdido, Tzucacab	SMSC	-89.048	19.764

	al. (2008) (ad) Zamora				
177	Crescencio et al. (2008) (ae) Zamora	Piste Akal, Tzucacab	SMSC	-89.121	19.829
178	Crescencio et al. (2008) (af) Zamora	San FranciscoTzucacab	SMSC	-89.066	20.074
179	Crescencio et al. (2008) (ag) Zamora	L. Echeverria, Tzucacab	SMSC	-89.098	19.969
180	Crescencio et al. (2008) (ah) Zamora	Ek Balan, Tzucacab	SMSC	-89.068	20.132
181	Crescencio et al. (2008) (ai)	Caxaytuc, Tzucacab	SMSC	-89.146	20.090
182	White et al. (2004) (a)	Calcehtok, Opichén	SMSC	-89.900	20.550
183	White et al. (2004) (ab)	Ticul, Ticul	SMSC	-89.567	20.367
184	White et al. (2004) (ac)	Kabah, Santa Elena	SMSC	-89.650	20.250
185	White et al. (2004) (ad)	Tzucacab, Tzucacab	SMSC	-89.067	20.033
186	White et al. (2004) (ae)	San Mateo, Yaxcabá	SMSC	-88.817	20.400
187	White et al. (2004) (af)	José María Morelos	SMSC	-89.000	19.617
188	White et al. (2004) (ag)	Uitizina, Peto	SMSC	-88.967	19.867
189	White et al. (2004) (ah)	Mirador, José María Morelos	SMSC	-89.050	19.550



190	Gonzales et al. (2002) (a)	Dzibilchaltun, Mérida	SBC	-89.606	21.090
191	Gonzales et al. (2002) (ab)	Chicxulub, Conkal	SBC	-89.550	21.083
192	Gonzales et al. (2002) (ac)	Sierra, Papacal, Ucú	SBC	-89.817	21.150
193	Gonzales et al. (2002) (ad)	Ixil, Chicxulub Pueblo	SBC	-89.559	21.167
194	Gonzales et al. (2002) (ae)	Dzemul, Motul	SBC	-89.283	21.167
195	Trejo y Dirzo (2002)	Sayil, Yucatán	SBC	-89.632	20.177
196	Mizrahi et al. (1997)	Hacienda de Kancabchen, Motul	SMSC	-89.283	21.100
197	Duran (1997) (a)	Reserva de la Biosfera Rio Lagartos	SMSP, SBC, MG, DN	-87.500	21.433
198	Duran (1997) (a)	Reserva de la Biosfera Rio Lagartos	SMSP, SBC, MG, DN	-88.250	21.633
199	White et al. (1995) (a)	Calcehtok, Opichén	SMSC	-89.900	20.550
200	White et al. (1995) (ab)	Ticul, Ticul	SMSC	-89.567	20.367
201	White et al. (1995) (ac)	Tzucacab, Tzucacab	SMSC	-89.067	20.033
202	White et al. (1995) (ad)	San Mateo, Yaxcabá	SMSC	-88.817	20.400
203	White et al. (1995) (ae)	Othón P. Blanco, José María Morelos	SMSC	-89.000	19.617
204	White et al. (1995) (af)	Mirador, José María Morelos	SMSC	-89.050	19.550
205	White et al. (1995) (ag)	Uitizina, Peto	SMSC	-88.967	19.867
206	IMTA (1983) (a)	Oriente de Yucatán, Tizimín	SMSC	-87.960	21.349

207 IMTA  
(1983) (a)

Oriente de Yucatán, Tizimín

SMSC

-87.922 21.095

---

**Apéndice 2** Relación de la intersección de los estudios florísticos más cercanos (buffers r=30km) a cada ZAAP en la PY, México. (ZAAP= Zonas arqueológicas abiertas al público; EF=Estudios florísticos; SE=Sitio de estudio; Fam= Familia; Gén= Genero; Sp= Especie; TV= Tipo de vegetación; DN= Dunas; MG= Manglar; SB= Sabana; SBC= Selva baja caducifolia; SBI= Selva baja inundable; Prc= Perturbación; SBSC= Selva baja subcaducifolia; SMSC= Selva Mediana Subcaducifolia; SMSP= Selva Mediana Subperennifolia; VSA= Vegetación Suelo Arenosos)

Estado/ZAAP	EF-Autor (es)	SE (localidad, municipio)	TV	Fam	Gen	Esp	Distancia (Km)
<b>Campeche</b>							
Balamkú	Báez-Vargas et al. (2016) (a)	Kilómetro Ciento Veinte, Calakmul	SMSP	35	101	76	26.92
Balamkú	Báez-Vargas et al. (2016) (ab)	Puebla de Morelia, Calakmul	SMSP	35	101	76	25.06
Balamkú	Chan Dzul (2010)	Nuevo Conhuás, Calakmul	SMSP	39	113	91	1.93
Balamkú	Chiquini-Heredia et al. (2017) (ad)	Nuevo Conhuás, Calakmul	SMSP	35	112	84	7.20
Balamkú	Mendoza-Arroyo (2016) (ab)	Reservas Estatales de Balam-kú, Campeche	SMSC	20	41	39	8.92
Balamkú	Schmook et al. (2005) (ae)	Km 120, X-pujil-Zoh Laguna, Calakmul	VSA	32	88	70	21.94
Becán	Báez-Vargas et al. (2016) (a)	Kilómetro Ciento Veinte, Calakmul	SMSP	35	101	76	21.24
Becán	Báez-Vargas et al. (2016) (ab)	Puebla de Morelia, Calakmul	SMSP	35	101	76	23.15
Becán	Chiquini-Heredia et al. (2017) (a)	Centauro del Norte, Calakmul	SMSP	35	112	84	17.74
Becán	Díaz-Gallegos et al. (2002) (a)	La Guadalupe, Calakmul	SMSP	25	65	58	16.02
Becán	Díaz-Gallegos et al. (2002) (a)	La Guadalupe, Calakmul	SMSP	25	65	58	22.91
Becán	Esparza y Martínez (2017)	Álvaro Obregón, Calakmul	SMSP	37	126	95	8.98
Becán	Schmook et al. (2005) (a)	Álvaro Obregón, Calakmul	VSA	32	88	70	19.85
Becán	Schmook et al. (2005) (ac)	La Lucha, Calakmul	VSA	32	88	70	7.28
Becán	Schmook et al. (2005) (ad)	Sentauros del Norte, Calakmul	VSA	32	88	70	19.12
Becán	Schmook et al. (2005) (ae)	Km 120, Calakmul	VSA	32	88	70	26.27
Calakmul	Martínez et al. (2001)	Region Calakmul, Campeche	SMSP, SMSC, SBSC, SBC, SB	147	1600	726	23.06
Calakmul	Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez (2012) (a)	Oxpemul, Campeche	SMSP	35	91	67	21.89
Calakmul	Zamora-Crescencio y Gutiérrez-Báez (2012) (a)	Oxpemul, Campeche	SMSP	35	91	67	22.17
Chicanná	Báez-Vargas et al. (2016) (a)	Kilómetro Ciento Veinte, Calakmul	SMSP	35	101	76	19.27
Chicanná	Báez-Vargas et al. (2016) (ab)	Puebla de Morelia, Calakmul	SMSP	35	101	76	21.17

Chicanná	Chiquini-Heredia et al. (2017) (a)	Centauro del Norte, Calakmul	SMSP	35	112	84	16.13
Chicanná	Chiquini-Heredia et al. (2017) (ac)	Narciso Mendoza, Calakmul	SMSP	35	112	84	26.58
Chicanná	Díaz-gallegos et al. (2002) (a)	La Guadalupe, Calakmul	SMSP	25	65	58	14.91
Chicanná	Díaz-gallegos et al. (2002) (a)	La Guadalupe, Calakmul	SMSP	25	65	58	21.98
Chicanná	Esparza y Martínez (2017)	Álvaro Obregón, Calakmul	SMSP	37	126	95	10.93
Chicanná	Schmook et al. (2005) (a)	Álvaro Obregón, Calakmul	VSA	32	88	70	21.75
Chicanná	Schmook et al. (2005) (ac)	La Lucha, Calakmul	VSA	32	88	70	6.26
Chicanná	Schmook et al. (2005) (ad)	Sentauros del Norte, Calakmul	VSA	32	88	70	17.49
Chicanná	Schmook et al. (2005) (ae)	Km 120, Calakmul	VSA	32	88	70	24.29
Chunhuhub	Dupuy et al. (2011) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SBSC	49	186	0	24.08
Chunhuhub	López Martínez et al. (2013) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SMSC	50	200	0	20.32
Chunhuhub	López Martínez et al. (2013) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SMSC	50	200	0	23.10
Chunhuhub	Trejo y Dirzo (2002)	Sayil	SBC	38	102	67	16.53
Chunhuhub	White et al. (2004) (ac)	Kabah	SMSC	0	41	0	17.30
Edzná	Gutiérrez Báez et al. (2012) (a)	Mucuychacán, Campeche	SMSC	27	54	45	23.09
Edzná	Gutiérrez Báez et al. (2012) (a)	Mucuychacán, Campeche	SMSC	27	54	45	26.77
Edzná	Gutiérrez Báez et al. (2018)	San Antonio Cayal, Campeche	SMSC	30	61	51	13.31
El Hormiguero	Báez-Vargas et al. (2016) (a)	Kilómetro Ciento Veinte, Calakmul	SMSP	35	101	76	21.73
El Hormiguero	Báez-Vargas et al. (2016) (ab)	Puebla de Morelia, Calakmul	SMSP	35	101	76	23.27
El Hormiguero	Chiquini-Heredia et al. (2017) (a)	Centauro del Norte, Calakmul	SMSP	35	112	84	7.14
El Hormiguero	Chiquini-Heredia et al. (2017) (ab)	El Carmen II, Calakmul	SMSP	35	112	84	26.21
El Hormiguero	Chiquini-Heredia et al. (2017) (ac)	Narciso Mendoza, Calakmul	SMSP	35	112	84	16.82
El Hormiguero	Díaz-gallegos et al. (2002) (a)	La Guadalupe, Calakmul	SMSP	25	65	58	5.15
El Hormiguero	Díaz-gallegos et al. (2002) (a)	La Guadalupe, Calakmul	SMSP	25	65	58	12.33
El Hormiguero	Esparza y Martínez (2017)	Álvaro Obregón, Calakmul	SMSP	37	126	95	19.75
El Hormiguero	García-Licona et al. (2014)	El Carmen II, Calakmul, ,	SMSP	29	78	65	26.38
El Hormiguero	Schmook et al. (2005) (ac)	La Lucha, Calakmul	VSA	32	88	70	3.78
El Hormiguero	Schmook et al. (2005) (ad)	Sentauros del Norte, Calakmul	VSA	32	88	70	8.51
El Hormiguero	Schmook et al. (2005) (ae)	Km 120, Calakmul	VSA	32	88	70	26.16
Kanki	Duran (1995)	La Reserva de la Biosfera Los Petenes	MG	17	19	18	22.19
Kanki	Dzib-Castillo et al. (2014) (ab)	Pomuch, Hecelchakán	SMSC	30	70	62	12.57
Kanki	Gutiérrez Báez et al. (2013)	Hampolol, Campeche	SMSP	14	22	19	26.86

Kanki	Zamora Crescencio (2003) (a)	Municipio Tenabo	SMSP, SMSC, SBSC, SBC, SB, MG	94	476	322	19.92
Kanki	Zamora-Crescencio et al. (2015) (a)	La Reserva de la Biosfera Los Petenes	MG	23	32	29	22.19
Kanki	Zamora-Crescencio et al. (2018) (a)	Ejido Bethania, Campeche	SMSC	24	57	47	25.20
Kanki	Zamora-Crescencio et al. (2018) (ab)	Ejido Bethania, Campeche	SMSC	24	54	42	25.90
Santa Rosa Xtampak	Dupuy et al. (2011) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SBSC	49	186	0	24.40
Santa Rosa Xtampak	Gutiérrez Báez et al. (2011) (a)	Nohalal-Sudzal Chico, Tekax	SMSC	34	130	82	26.37
Santa Rosa Xtampak	López Martínez et al. (2013) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SMSC	50	200	0	24.79
Santa Rosa Xtampak	Ortiz-Díaz et al. (2014) (a)	San Miguel Allende, Campeche	SB	36	88	96	26.26
Santa Rosa Xtampak	Ortiz-Díaz et al. (2014) (a)	San Miguel Allende, Campeche	SB	36	78	96	24.98
Tabasqueño	Ortiz-Díaz et al. (2014) (a)	San Miguel Allende, Campeche	SB	36	78	96	25.15
Tahcok	Ortiz-Díaz et al. (2014) (a)	San Miguel Allende, Campeche	SB	36	78	96	3.56
Tahcok	Zamora Crescencio (2003) (a)	Tenabo, Tenabo	SMSP, SMSC, SBSC, SBC, SB, MG	94	476	322	18.72
Xcalumkín	Dzib-Castillo et al. (2014) (ab)	Pomuch, Hecelchakán	SMSC	30	70	62	15.68
Xcalumkín	López Martínez et al. (2013) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SMSC	50	200	0	9.53
Xcalumkín	Zamora-Crescencio et al. (2011)	Tepakán, Calkiní	SBC	21	43	35	22.81
Xpuhil	Chiquini-Heredia et al. (2017) (a)	Centauro del Norte, Calakmul	SMSP	35	112	84	20.42
Xpuhil	Díaz-gallegos et al. (2002) (a)	La Guadalupe, Calakmul	SMSP	25	65	58	17.39
Xpuhil	Díaz-gallegos et al. (2002) (a)	La Guadalupe, Calakmul	SMSP	25	65	58	23.31
Xpuhil	Esparza y Martínez (2017)	Álvaro Obregón, Calakmul	SMSP	37	126	95	8.26
Xpuhil	Schmook et al. (2005) (a)	Álvaro Obregón, Ortiz	VSA	32	88	70	18.09
Xpuhil	Schmook et al. (2005) (ac)	La Lucha, Ortiz	VSA	32	88	70	9.80
Xpuhil	Schmook et al. (2005) (ad)	Sentauros del Norte, Ortiz	VSA	32	88	70	21.79
<b>Quintana Roo</b>							
Chacchoben	Calix (2014)	El Creek, Bacalar	SMSP	38	77	69	9.73
Chacchoben	Calix (2014)	Laguna Guerrero, Bacalar	SMSP	38	77	69	16.37
Chacchoben	Carreón-Santos et al. (2014)	Andrés Quintana Roo, Felipe Carrillo Puerto	SMSP	0	110	0	20.62

Chacchoben	Cortes-Castelán y Islebe (2003) (a)	Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Felipe Carrillo Puerto, Cozumel y Solidaridad	SMSP	42	84	71	24.06
Chacchoben	Escoto (1987)	Ejido " Divorciados ", Othon P. Blanco	SMSP	28	57	52	22.40
Chacchoben	Kantún-Balam et al. (2013) (aj)	Maya Balam, Othón P. Blanco	SMSP	53	124	108	17.75
Chacchoben	Kantún-Balam et al. (2013) (ak)	Miguel Hidalgo, Othón P. Blanco	SMSP	56	146	129	20.15
Chacchoben	Tadeo y Valdez et al. (2019) (ab)	Noh Bec, Felipe Carrillo Puerto	SMSP	34	106	94	16.05
Chakanbakán	Hernández-Méndez (2017)	Ejido la Lucha, Escárcega	SMSP	27	68	62	18.72
Chakanbakán	Salazar Rivera et al. (2013) (a)	Ejido de Laguna Om, Othón P. Blanco	SMSP	25	48	38	11.77
Chakanbakán	Salazar Rivera et al. (2013) (a)	Ejido de Laguna Om, Othón P. Blanco	SMSP	25	48	38	12.18
Dzibanché	Kantún-Balam et al. (2013) (al)	Sergio Butrón, Othón P. Blanco	SMSP	53	128	112	22.64
Dzibanché	Salazar Rivera et al. (2013) (a)	Ejido de Laguna Om, Othón P. Blanco	SMSP	25	48	38	26.69
Dzibanché	Salazar Rivera et al. (2013) (a)	Ejido de Laguna Om, e Othón P. Blanco	SMSP	25	48	38	26.72
Dzibanché	Tadeo y Valdez et al. (2019) (a)	Bacalar, Bacalar	SMSP	36	86	81	16.83
El Meco	Kantún-Balam et al. (2013) (a)	Cancún, Benito Juárez	SMSP	65	154	131	6.65
El Meco	Kantún-Balam et al. (2013) (ab)	El Porvenir, Benito Juárez	SMSP	59	152	128	23.70
El Rey	Kantún-Balam et al. (2013) (a)	Cancún, Benito Juárez	SMSP	65	154	131	11.99
El Rey	Kantún-Balam et al. (2013) (ab)	El Porvenir, Benito Juárez	SMSP	59	152	128	21.97
El Rey	Kantún-Balam et al. (2013) (ad)	Puerto Morelos, Benito Juárez	SMSP	63	147	126	23.76
El Rey	Sánchez Sánchez et al. (2007)	Central Vallarta, Benito Juárez	SMSP	36	105	0	22.37
Kinichná	Kantún-Balam et al. (2013) (al)	Sergio Butrón, Othón P. Blanco	SMSP	53	128	112	24.58
Kinichná	Tadeo y Valdez et al. (2019) (a)	Bacalar, Bacalar	SMSP	36	86	81	16.78
Kohunlich	Kantún-Balam et al. (2013) (al)	Sergio Butrón, Othón P. Blanco	SMSP	53	128	112	24.15
Kohunlich	Salazar Rivera et al. (2013) (a)	Ejido de Laguna Om, Othón P. Blanco	SMSP	25	48	38	18.76
Kohunlich	Salazar Rivera et al. (2013) (a)	Ejido de Laguna Om, Othón P. Blanco	SMSP	25	48	38	19.52
Oxtankah	Calix (2014)	Laguna Chile Verde, Bacalar	SMSP	38	77	69	10.51
Oxtankah	Kantún-Balam et al. (2013) (ai)	Bacalar, Othón P. Blanco	SMSP	58	155	135	17.64
Oxtankah	Kantún-Balam et al. (2013) (ak)	Miguel Hidalgo, Othón P. Blanco	SMSP	56	146	129	25.12
San Miguelito	Kantún-Balam et al. (2013) (a)	Cancún, Benito Juárez	SMSP	65	154	131	11.30
San Miguelito	Kantún-Balam et al. (2013) (ab)	El Porvenir, Benito Juárez	SMSP	59	152	128	22.18
San Miguelito	Kantún-Balam et al. (2013) (ad)	Puerto Morelos, Benito Juárez	SMSP	63	147	126	24.80
San Miguelito	Sánchez Sánchez et al. (2007)	Central Vallarta, Benito Juárez	SMSP	36	105	0	23.39

---

**Yucatán**

Acanceh	Gutiérrez Báez et al. (2012)	Xmatkuil	SBC	41	123	108	18.89
Aké	Ceccon et al. (2002)	Parque Nacional Dzibichaltún, Merida	SBC	20	44	43	15.33
Aké	Gonzales et al. (2002) (ae)	Dzemul, Motul	SBC	0	58	0	21.97
Aké	Mizrahi et al. (1997)	Hacienda de Kancabchen, Motul,	SMSC	0	23	0	15.33
Chacmultún	Dupuy et al. (2011) (a)	Sur de Ticul, Yucatan	SBSC	49	186	0	16.10
Chacmultún	Zamora Crescencio et al. (2008) (ai)	Caxaytuc, Tzucacab	SMSC	24	48	38	21.57
Dzibilchantún	Gonzales et al. (2002) (a)	Dzibilchaltún, Merida	SBC	0	47	0	0.92
Dzibilchantún	Gonzales et al. (2002) (ab)	Chicxulub, Conkal	SBC	0	52	0	4.75
Dzibilchantún	Gonzales et al. (2002) (ac)	Sierra, Papacal, Ucú	SBC	0	58	0	22.76
Dzibilchantún	Gonzales et al. (2002) (ad)	Ixil, Chicxulub Pueblo	SBC	0	73	0	8.43
Dzibilchantún	Guadarrama et al. (2018) (a)	Límite costero entre Chuburná y Sisal, Yucatán	SBI, MG, MD, Prc	60	199	167	21.45
Dzibilchantún	Gutiérrez Báez et al. (2012)	Xmatkuil, Mérida	SBC	41	123	108	22.76
Dzibilchantún	Torres (2010) (ad)	Tulix, Ixil	MD	36	71	66	22.77
Dzibilchantún	Torres (2010) (af)	San Benito, Ixil	MD	36	71	66	26.59
Kabah	Dupuy et al. (2011) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SBSC	49	186	0	23.44
Kabah	López Martínez et al. (2013) (a)	López	SMSC	50	200	0	23.15
Kabah	Trejo y Dirzo (2002)	Sayil, Yucatan	SBC	38	102	67	7.27
Kabah	White et al. (1995) (ab)	Ticul, Ticul	SMSC	0	36	0	14.33
Kabah	White et al. (2004) (ab)	Ticul, Ticul	SMSC	0	46	0	14.33
Kabah	White et al. (2004) (ac)	Kabah	SMSC	0	41	0	0.33
Labná	Dupuy et al. (2011) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SBSC	49	186	0	15.56
Labná	Dupuy et al. (2011) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SBSC	49	186	0	24.22
Labná	López Martínez et al. (2013) (a)	Centro de Yucatán	SMSC	50	200	0	17.16
Labná	Trejo y Dirzo (2002)	Sayil, Yucatan	SBC	38	102	67	5.36
Labná	White et al. (1995) (ab)	Ticul	SMSC	0	36	0	19.42
Labná	White et al. (2004) (ab)	Ticul	SMSC	0	46	0	19.42
Labná	White et al. (2004) (ac)	Kabah	SMSC	0	41	0	10.51
Loltún	Dupuy et al. (2011) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SBSC	49	186	0	24.36
Loltún	Trejo y Dirzo (2002)	Sayil, Yucatan	SBC	38	102	67	19.23
Loltún	White et al. (1995) (ab)	Ticul	SMSC	0	36	0	15.83
Loltún	White et al. (2004) (ab)	Ticul	SMSC	0	46	0	15.83
Loltún	White et al. (2004) (ac)	Kabah	SMSC	0	41	0	19.43

Oxkintok	White et al. (1995) (a)	Calcehtok	SMSC	0	44	0	5.44
Oxkintok	White et al. (2004) (a)	Calcehtok	SMSC	0	65	0	5.44
Oxkintok	Zamora-Crescencio et al. (2011)	Tepakán, Calkiní	SBC	21	43	35	17.33
Sayil	Dupuy et al. (2011) (a)	Sur de Ticul, Yucatan	SBSC	49	186	0	16.78
Sayil	López Martínez et al. (2013) (a)	Centro de Yucatán	SMSC	50	200	0	16.14
Sayil	Trejo y Dirzo (2002)	Sayil, Yucatan	SBC	38	102	67	1.98
Sayil	White et al. (1995) (ab)	Ticul	SMSC	0	36	0	20.70
Sayil	White et al. (2004) (ab)	Ticul	SMSC	0	46	0	20.70
Sayil	White et al. (2004) (ac)	Kabah	SMSC	0	41	0	7.19
Uxmal	López Martínez et al. (2013) (a)	Centro de Yucatán	SMSC	50	200	0	24.92
Uxmal	Trejo y Dirzo (2002)	Sayil, Yucatan	SBC	38	102	67	22.93
Uxmal	White et al. (1995) (a)	Calcehtok	SMSC	0	44	0	23.00
Uxmal	White et al. (1995) (ab)	Ticul	SMSC	0	36	0	20.27
Uxmal	White et al. (2004) (a)	Calcehtok	SMSC	0	65	0	23.00
Uxmal	White et al. (2004) (ab)	Ticul	SMSC	0	46	0	20.27
Uxmal	White et al. (2004) (ac)	Kabah	SMSC	0	41	0	16.28
Uxmal	Zamora-Crescencio et al. (2011)	Tepakán, Calkiní	SBC	21	43	35	25.05
Xcambó	Gonzales et al. (2002) (ad)	Ixil, Norte de Yucatan	SBC	0	0	73	0.25
Xcambó	Mizrahi et al. (1997)	Hacienda de Kancabchen, Motul,	SMSC	0	0	23	0.23
Xcambó	Gonzales et al. (2002) (ae)	Dzemul, Norte de Yucatan	SBC	0	0	58	0.16
Xcambó	Ceccon et al. (2002)	Parque Nacional Dzibichaltún, Merida	SBC	20	43	44	0.23
Xcambó	Torres, (2010) (af)	San Benito	MD	36	66	71	0.08
Xcambó	Torres, (2010) (ad)	Tulix	MD	36	66	71	0.14
Xcambó	Guadarrama et al. (2018) (a)	Límite costero entre Chuburná y Sisal, Yucatán	SBI, MG, MD, Prc	60	167	199	0.14
Xlapak	Dupuy et al. (2011) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SBSC	49	186	0	15.66
Xlapak	Dupuy et al. (2011) (a)	Oxkutzcab, Oxkutzcab	SBSC	49	186	0	26.70
Xlapak	López Martínez et al. (2013) (a)	Centro de Yucatán	SMSC	50	200	0	16.37
Xlapak	Trejo y Dirzo (2002)	Sayil, Yucatán	SBC	38	102	67	2.39
Xlapak	White et al. (1995) (ab)	Ticul	SMSC	0	36	0	19.62
Xlapak	White et al. (2004) (ab)	Ticul	SMSC	0	46	0	19.62
Xlapak	White et al. (2004) (ac)	Kabah	SMSC	0	41	0	8.58



**Apéndice 3** Número de especies registradas y especies endémicas (Carnevali 2010) en los buffers 5, 10, 20 y 30 km para cada ZAAP en la PY, México. (ZAAP= Zonas arqueológicas abiertas al público; TV = Tipo de vegetación CONABIO 1999; Cro=Cronología (años); UbCro=Ubicación cronológica principal; PreclaMe=Preclásico Medio; PreclaTar=Preclásico Tardío; ClaTem=Clásico Temprano; Cla=Clásico; ClaTar=Clásico Tardío; PosclaTem=Posclásico Temprano; Poscla=Posclásico; PosclaTar=Posclásico Tardío; AAPZA= Año apertura zona arqueológica; End.=Endémicas; MAPF= Manejo agrícola pecuario y forestal; MG= Manglar; PT=Popal y tular; SB= Sabana; SBSC= Selva baja subcaducifolia; SBSP= Selva Baja Subperennifolia; SMSC= Selva Mediana Subcaducifolia; SMSP= Selva Mediana Subperennifolia; VSA= Vegetación Suelo Arenosos.\* El AAPZA y la superficie (has) para las ZAAP faltantes, no fueron encontradas en el Diario Oficial de la Federación

ZAAP	TV	Cro	UbiCro	AAPZA	Buffer 5 km	End. 5 km	Buffer 10 km	End. 10 km	Buffer 20 km	End. 20 km	Buffer 30 km	End. 30 km
<b>Campeche</b>												
Balamkú	SMSP	300 a.C. - 1000	Cla		334	42	534	57	764	64	886	69
Becán	SMSP	600 a.C. - 1000	ClaTar	2002	245	29	510	52	813	78	967	84
Calakmul	SMSP	250 a.C. - 1000	PreclaTar		334	33	371	35	490	48	612	59
Chicanná	SMSP	500 a.C - 1000	ClaTar		262	7	494	12	831	39	970	56
Chunhuhub	SB	200 a.C. - 1100	ClaTar		44	34	102	55	481	77	741	85
Dzibilnocac	SMSC	500 a.C. - 1000	ClaTar	2002	42	0	114	12	242	20	431	37
Edzná	SBSP	400 a.C- 1400	ClaTar	2002	271	19	336	26	578	38	715	47
El Hormiguero	SMSP	300 a.C. - 950	ClaTar		63	5	250	25	764	73	967	84
El Tigre	PT	600 a.C. - 1557	PreclaMe	2002	12	2	128	9	268	15	511	28
Hochob	SMSC	700 a.C. - 900	ClaTar		7	0	81	12	335	33	478	45
Kanki	SMSC	600 a.C. - 850	ClaTem		102	3	164	13	420	31	663	44
Santa Rosa Xtampak	SMSC	600 a.C. - 1500	Poscla		32	9	34	9	160	23	458	36
Tabasqueño	SMSC	650 a.C. - 1250	PosclaTem		49	6	83	9	240	21	498	39
Tahcok	SMSC	770 a.C. - 1000	Cla		108	8	165	10	245	20	379	30
Xcalumkín	SMSC	600 a.C. - 1000	PreclaTar		22	4	61	7	241	19	528	34
Xpuhil	SMSP	300 a.C. - 1200	ClaTar	2002	236	23	570	55	859	81	988	86
<b>Quintana Roo</b>												
Calica	SMSP	300 a.C. - 1550	PosclaTar		272	21	334	27	417	35	774	55

Caracol-Punta Sur	SMSP	1200 - 1500	PostclaTar		171	0	262	19	432	30	615	42
Chacchoben	SMSP	300 a.C. - 1450	PosclaTar		77	5	212	13	377	27	540	38
Chakanbakán	MAPF	300 a.C. - 1546	PreclaTar		179	16	264	21	595	47	750	62
Cobá	SMSP	100 a.C. - 1450	Cla		575	43	578	43	635	49	758	58
Dzibanché	SMSP	300 a.C. - 1550	Cla		13	1	58	4	151	18	470	31
El Meco	MG	600 - 1500	ClaTar		125	10	542	38	607	44	658	48
El Rey	VSA	300 - 1550	PosclaTar	1969	85	2	213	14	601	47	781	65
Kinichná	SMSP	300 a.C. - 1500	Cla		14	1	57	4	116	14	461	29
Kohunlich	SMSP	300 a.C. - 1200	PosclaTar	2002	206	11	240	13	367	24	762	41
Muyil	SMSP	300 a.C. - 1450	PostclaTar		212	7	258	12	400	24	684	50
Oxtankah	SMSP	600 a.C. - 1100	ClaTem		83	12	237	18	546	27	686	38
Playa del Carmen (Xamanhá)	SMSP	1200 - 1550	PostclaTar	2002	168	8	365	27	608	40	865	64
San Gervasio	SMSP	300 - 1450	PostclaTar		226	5	408	27	555	36	706	50
San Miguelito	VSA	1200 - 1550	PosclaTar		81	2	216	14	607	46	773	64
Tulum	SMSP	564 - 1550	ClaTar	1993	222	13	291	18	561	52	700	58
Xcaret	SMSP	250 - 1550	ClaTem	2002	280	63	336	27	542	39	813	59
Xelhá	SBSC	600 - 1550	Cla	1994	270	36	418	46	551	51	618	55
<b>Yucatán</b>												
Acanceh	MAPF	700 a.C. -1000	Cla		81	3	127	7	360	23	781	38
Aké	MAPF	300 a.C. - 1450	PreclaTar		61	5	103	10	330	26	816	51
Balamcanché	SMSC	900 - 1200	PosclaTem		541	63	601	67	750	73	960	83
Chacmultún	SMSC	300 a.C. - 1500	ClaTar		6	0	164	12	532	39	741	52
Chichén Itzá	SMSC	300 a.C. - 1550	PosclaTem	1986	569	64	587	67	741	73	887	79
Dzibilchantún	SBSC	600 a.C.- 1100	ClaTar		442	36	803	63	1026	74	1164	95
Ek Balam	SMSC	300 - 1550	ClaTar		40	2	145	10	462	34	906	66
Izamal	MAPF	150 - 1200	ClaTem		516	33	536	34	754	59	932	76
Kabah	SMSC	600 - 1000	ClaTar		230	13	367	27	696	52	892	67
Labná	SMSC	200 a.C. - 1000	ClaTar		346	29	456	32	701	53	876	68
Loltún	SMSC	900 a.C. - 1500	PreclaTar		236	13	355	20	663	47	792	56
Mayapán	SBSC	300 a.C. - 1450	Poscla		135	2	161	9	255	14	586	35

Oxkintok	SMSC	300 a.C. - 1200	PosclaTem	271	19	316	22	432	29	772	56
Sayil	SMSC	800 - 950	ClaTar	253	18	373	29	623	47	877	67
Uxmal	SMSC	500 a.C. -1150	ClaTar	309	27	333	29	549	42	809	60
Xlapak	SMSC	750-950	ClaTar	297	20	473	36	696	54	878	68
Xcambó	MG	350-550	ClaTem	276	29	447	46	566	54	692	62
<b>Especies endémicas</b>					145		154		164		173