

Informe final* del Proyecto JF078

Diversidad vegetal y fúngica del sistema lagunar de La Carbonera, Reserva Estatal de Ciénagas y Manglares de la costa norte de Yucatán

Responsable:	Dra. María Patricia Guadarrama Chávez
Institución:	Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación de Sisal
Dirección:	Domicilio conocido, Puerto de Abrigo Sisal, Hunucmá, Yuc, 97305 , México
Correo electrónico:	pguadarrama@ciencias.unam.mx
Teléfono/Fax:	5622-6710 al 17 ext. 7156, fax: 5622-6710 al 17 ext. 7215
Fecha de inicio:	Febrero 28, 2013.
Fecha de término:	Noviembre 14, 2018.
Principales resultados:	Base de datos, cartografía, fotografías, informe final
Forma de citar** el informe final y otros resultados:	Guadarrama P. y L. Salinas-Peba. 2018. Diversidad vegetal y fúngica del sistema lagunar de la Carbonera, Reserva Estatal de Ciénagas y Manglares de la costa norte de Yucatán. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Informe final CONABIO Proyecto No. JF078 . Ciudad de México.

Resumen:

Este proyecto pretende generar listados de plantas y hongos micorrizógenos arbusculares de las unidades vegetales presentes en el sistema lagunar costero "La Carbonera", Chuburná, Yucatán que forma parte del corredor para la protección de la biodiversidad costera denominado Reserva estatal cienagas y manglares de la costa norte de Yucata?n. Este proyecto es complementario al también sometido "Diversidad de peces residentes y visitantes del sistema lagunar de la Carbonera, Reserva Estatal de Ciénagas y Manglares de la costa norte de Yucatán" con lo que se pretende conocer la riqueza y diversidad florística, la faunística y parte de la riqueza micológica del suelo, en el ambiente terrestre y el acuático y que pueden ser determinantes de la conservación de los humedales del estado. En el caso de la flora se revisará el herbario nacional (MEXU) y los regionales (UADY y CICY), asimismo se realizarán búsquedas bibliográficas que se incorporarán a una base de datos considerando endemismos, especies con estatus de protección especial e invasoras. Bimensualmente se realizarán exploraciones de campo en cada unidad de vegetación que conforman el sistema lagunar donde se identificarán las especies vegetales, de las que se tomarán medidas de altura y cobertura, así mismo se recolectarán ejemplares botánicos, determinarán y se incorporarán a los herbarios regionales y nacional. Posteriormente la información será capturada en bases de datos. De igual manera se recolectará suelo rizosférico de las plantas y raíces finas (con diámetro menor a 2 mm), se extraerán las esporas de los hongos micorrizógenos arbusculares, se colocarán en preparaciones fijas y se enviarán a la especialista en Tlaxcala, las raíces serán teñidas y se cuantificará la colonización micorrícica para posteriormente incorporar el dato de estatus micorrícico de las plantas en una base de datos.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

Principales resultados: Listado florístico en el que se indica a las especies endémicas, amenazadas (NOM-059-SEMARNAT-2010) clave e invasoras, listado de especies de hongos micorrizógenos arbusculares de la rizosfera de especies vegetales, listado de estatus micorrícico de especies vegetales, definición de la composición florística y estructura de comunidades vegetales costeras. Material fotográfico de especies vegetales, de especies fúngicas y de unidades vegetales. Base de datos (BIOTICA 5). Mapas de distribución de especies vegetales endémicas, amenazadas, clave e invasoras; mapas de distribución de especies de hongos micorrizógenos arbusculares.

“Diversidad vegetal y fúngica del sistema lagunar de la Carbonera, *Reserva Estatal de Ciénagas y Manglares de la costa norte de Yucatán*”

María Patricia Guadarrama Chávez, Luis Higinio Salinas Peba, Laura Verónica Hernández Cuevas, José Alberto Ramos Zapata, Silvia Castillo Argüero, Irene Sánchez Gallén, Diana Fabián Méndez, Luis Alberto Salinas Escobar, Ariadna Lara Rodríguez, Thai Khan Ramírez Viga, Víctor Aguilar Flores, Eleazar Moreno García.

ÍNDICE

RESUMEN	6
I. INTRODUCCIÓN	8
I.1 ANTECEDENTES	9
I.1.1 Comunidades vegetales	9
I.1.2 Hongos micorrizógenos arbusculares	10
II. OBJETIVOS	11
II.1 General	11
II.2 Particulares	12
III. MÉTODOS	12
III.1 Vegetación	12
III.1.1 Trabajo de campo	12
III.1.2 Trabajo de gabinete	13
III.1.3 Ejemplares de herbario	13
III.1.4 Imágenes digitales	13
III.1.5 Banco de datos	13
III.2 Estructura de la vegetación	14
III.2.1 Unidades vegetales	14
III.2.2 Censos	15
III.2.3 Análisis de datos	15
III.3 Hongos micorrizógenos arbusculares	16
III.3.1 Estatus micorrícico	16
III.3.1.1 Trabajo de campo	16
III.3.1.2 Trabajo de laboratorio	16
III.3.2 Esporas	16
III.3.2.1 Propagación de esporas	16
III.3.2.1.1 Trabajo de campo	16
III.3.2.1.2 Trabajo de invernadero	17

III.3.2.2 Aislamiento de esporas	17
III.3.2.2.1 Trabajo de campo	17
III.3.2.2.2 Extracción de esporas	18
III.3.2.2.3 Identificación de esporas	18
III.3.2.2.4 Ejemplares de herbario	18
IV. SITIO DE ESTUDIO	19
V. RESULTADOS	20
V.1 Vegetación	20
V.1.1 Ejemplares de herbario	20
V.1.2 Imágenes digitales	21
V.1.3 Banco de datos	31
V.1.4 Riqueza de especies vegetales	31
V.1.5 Estructura de la vegetación	45
V.1.5.1 Matorral de duna costera	45
V.1.5.2 Manglar	48
V.1.5.3 Petén de manglar y de selva	49
V.1.5.4 Selva baja inundable	51
V.1.5.5 Tasistal y tular	54
V.2 Hongos micorrizógenos arbusculares	56
V.2.1 Esporas	56
V.2.2 Estatus micorrícico	56
VI. DISCUSIÓN	62
VII. CONCLUSIONES	64
VIII. LITERATURA CITADA	65

RESUMEN

El proyecto tuvo por objetivo conocer la riqueza y diversidad florística y fúngica de las comunidades vegetales ubicadas entre el puerto de Sisal hasta el sistema lagunar costero "La Carbonera", Chuburná, que forman parte del corredor para la protección de la biodiversidad costera denominado Reserva Estatal "*Ciénagas y manglares de la costa norte de Yucatán*". Para ello se colectaron plantas, suelo rizosférico y raíces de las especies vegetales. Las plantas se herborizaron e identificaron y fueron enviadas al Herbario Nacional, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU) y a dos herbarios regionales, el Herbario "Alfredo Barrera Marín," Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y Herbario-Fibroteca "U Najil Tikin Xiw" del Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán A.C. (CICY); el suelo colectado se utilizó para extraer las esporas de hongos micorrizógenos arbusculares para posteriormente aislarlas, propagarlas e identificarlas; una parte de las esporas se usó para elaborar preparaciones de referencia que se enviaron al Herbario de la Universidad de Tlaxcala (TLXM); las raíces fueron teñidas, montadas y se cuantificó su porcentaje de colonización total y por estructuras fúngicas considerando hifas, vesículas, esporas y ovillos de hongos micorrizógenos arbusculares. De las unidades vegetales identificadas se hicieron levantamientos florísticos para conocer su composición y estructura. Los resultados de vegetación incluyen ejemplares herborizados y entregados a los herbarios, que incluyen 59 familias, 160 géneros, 186 especies y cinco infraespecies. En el área occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, se encontraron cuatro tipos de vegetación y dos asociaciones vegetales. Los tipos de vegetación, distribuidos de la línea de costa hacia tierra adentro fueron el matorral de duna costera, el manglar que bordea toda la zona de la ciénaga, el peten (el cual es de dos tipos, de selva y de manglar) distribuido de forma dispersa entre el manglar, la selva baja inundable que se presenta con diferentes extensiones y se encuentra en los límites extremos de la reserva y, por último, se encontró la asociación vegetal de tasistal, dominado por la palma *Acoelorrhaphe wrightii*. En relación con los hongos micorrizógenos arbusculares 98 colectas fueron enviados al herbario TLXM, se

identificaron 24 especies, pertenecientes a nueve géneros, cinco familias y tres órdenes. Se cuantificó el estatus micorrícico de 37 especies vegetales, todas ellas presentaron colonización micorrícica en sus raíces, las estructuras más frecuentes fueron hifas, vesículas y esporas. Este estudio contribuye al conocimiento de la flora y de una asociación mutualista ancestral que es la micorriza arbuscular, importante para el establecimiento y supervivencia de las plantas en ambientes costeros.

I. INTRODUCCIÓN

Yucatán es un estado costero, con un cordón litoral de 342.47 km donde los humedales que son parte fundamental de su paisaje (Contreras 2010) se han resguardado a través de la creación de Áreas Naturales Protegidas que se entrelazan y van de oriente a occidente desde la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, la Reserva Estatal El Palmar, la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, la Reserva Estatal Dzilam, hasta la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. Estos ecosistemas son altamente productivos y ricos en especies, así como importantes para la protección, reproducción y alimentación de un gran número de organismos (Barba-Macías *et al.* 2006).

La Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, abarca una línea costera que va desde el puerto de Sisal (21°09'27.7"N, 90°02'06.7"O) hasta el puerto de Dzilam de Bravo (21°23'24.5"N, 88°53'27.8"O), con aproximadamente 9 km en su parte más ancha (límites occidentales) y 1 km en su parte más angosta (límites orientales). Dicha reserva abarca un área de 54,776.726 hectáreas y se encuentra dividida en tres áreas, el área occidental, que comprende los poblados costeros de Sisal y Chuburná, el área central, de Chuburná a San Benito y el área oriental, que va de San Benito a Dzilam de Bravo (Diario Oficial de la Federación, 2010). La laguna costera "La Carbonera" se ubica dentro de los terrenos de esta Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. Es un cuerpo lagunar de formación reciente, originado por el arrastre de agua sobre el litoral provocado por el huracán Gilberto en 1988, que ocasionó un incremento en el volumen de agua de la ciénaga debido a las intensas precipitaciones. En 2002, tras la llegada del huracán Isidoro, el cordón litoral fue eliminado, dando acceso al agua de mar que se combina con el agua dulce de manantiales que afloran en la laguna (Jerónimo *et al.* 2012). En el sistema, actualmente se está formando una isla de barrera, que está siendo colonizada, conforme se acumula sustrato, por especies vegetales de la duna costera aledaña (Carmona *et al.* 2012).

La laguna en su costa oceánica está bordeada por pequeñas dunas de arena cubiertas por especies vegetales herbáceas; dentro del sistema lagunar se encuentran islas de

manglar en algunos cúmulos de sustrato, así como petenes bordeados por manglar que poseen afluentes de agua dulce (observación personal). Las plantas que se distribuyen en los humedales costeros están sujetas a la influencia marina; por un lado, la vegetación de duna costera posee resistencia a la aspersion salina, al enterramiento constante, a la alta insolación y a la baja disponibilidad de agua y nutrientes, mientras que en los humedales se encuentran principalmente plantas hidrófitas que requieren de un período de anegación para completar su ciclo de vida, toleran la desecación, la inundación por agua salada, salobre o dulce, así como agua estancada o en forma de corrientes (Levinsh 2006, Moreno-Casasola 2006).

Las consecuencias de la exposición a las condiciones extremas a las que están expuestas las especies vegetales en los ambientes costeros podrían solventarse por los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) (Phylum Glomeromycota) con los que forman asociaciones mutualistas denominadas micorrícicas. Los HMA promueven la resistencia a la sequía y el estrés salino (Koske *et al.* 2004, Alarcón y Cuenca 2005, Levinsh 2006) e incrementan la eficiencia en la toma de nutrientes minerales (Koske *et al.* 2004).

I.1 ANTECEDENTES

I.1.1 Comunidades vegetales

La flora de la Península de Yucatán se encuentra dentro de la Provincia Biótica de Las Antillas, por lo cual existen elementos florísticos que comparte con la vegetación de la Península de Florida, la isla de Cuba y Las Antillas, además existen gran cantidad de elementos endémicos, producto de la reciente formación de la península de Yucatán (Carnevali *et al.* 2010). Entre las comunidades vegetales presentes, se encuentran los manglares que son comunidades arbóreas perennes que bordean lagunas costeras y ciénagas, ocupando cerca de 5000 km² (Flores y Espejel 1994), los petenes, que son islas de vegetación de selva mediana o de manglares, asociadas con un ojo de agua dulce con particularidades que los hacen únicos (Chan *et al.* 2002). Las dunas costeras que contiene gran cantidad de endemismos y ocupan 1500 km² de litoral interrumpido por manglares de franja. En la península se han realizado algunos estudios puntuales

enfocados a conocer la estructura y composición de la vegetación costera, incluyendo petenes en Quintana Roo (López-Portillo *et al.* 1989) y en Campeche (Durán 1995), manglares de Yucatán (Zaldívar *et al.* 2004), vegetación de dunas costeras en Ciudad del Carmen (Guadarrama *et al.* 2014), vegetación de ciénaga en Campeche (Rico-Gray y Palacios-Ríos 1996) y algas en la laguna costera de Quintana Roo (Collado-Vides *et al.* 1995). En particular, en el estado de Yucatán se han realizado algunos estudios puntuales en la costa norte incluyendo dunas costeras (Guadarrama *et al.* 2012) e islas de barrera (Carmona *et al.* 2013); sin embargo la vegetación asociada a humedales, ha sido menos estudiada, y por lo tanto, no se conoce el papel ecológico y el grado de conservación que presentan estos ecosistemas.

I.1.2 Hongos micorrizógenos arbusculares

Con relación a estudios descriptivos y ecológicos sobre los hongos micorrizógenos arbusculares en comunidades vegetales costeras en el estado de Yucatán se pueden mencionar para Celestún el de Echeverría (2007) quien estudió el estado micorrícico de las plantas arbóreas asociadas a un peten y encontró que todas las raíces presentaron colonización micorrícica y en el suelo rizosférico hubo 14 especies de HMA. En el matorral de duna costera de San Benito, Polanco (2013) encontró una relación negativa entre el porcentaje de colonización en las raíces de *Coccothrinax readii* y la humedad del suelo. En Ría Lagartos, Patrón (2013) encontró cuatro especies de HMA en selva baja caducifolia y dos en pastizales inducidos; el trabajo de Ramírez-Viga (2011) realizado en manglares señaló que los niveles elevados de salinidad influyen de manera negativa sobre la asociación micorrícica arbuscular de *Conocarpus erectus* y *C. erectus* var. *sericeus*, mientras que en su rizósfera se identificaron 17 especies de HMA; en los matorrales costeros, Solís (2012) encontró ocho especies de HMA y colonización micorrícica en las doce especies de plantas analizadas.

Mientras que para la zona de Sisal se encuentran los trabajos de Zapata (2008) y Ramos-Zapata *et al.* (2011) quienes en las dunas costeras de la costa de Sisal encontraron seis especies de HMA, 287 propágulos infectivos (en 50 mL de arena) y colonización micorrícica en las cinco especies vegetales estudiadas; por su parte

Guadarrama *et al.* (2012) encontraron una relación negativa entre el grado de perturbación de la duna costera y la riqueza de HMA; Fabian (2012) estudió un tasistal que fue afectado por un incendio, registrando 24 especies de HMA, la presencia de colonización micorrícica en la palmera *Acoelorrhaphe wrightii* y bajo impacto de esta perturbación sobre la comunidad vegetal; por su parte Carmona *et al.* (2013) al estudiar la vegetación y HMA en la isla de barrera en formación en la laguna costera de "La Carbonera", señala que aunque hay presencia de asociación micorrícica en las raíces de las plantas que han colonizado la isla de barrera, no hay esporas en su rizósfera. Sin embargo, no existen datos florísticos del humedal que conforma la Reserva Estatal de "Ciénagas y manglares de la costa norte de Yucatán", tampoco se han realizado estudios del estatus micorrícico de las plantas, ni de las especies de HMA presentes en los suelos rizosféricos del sistema.

II. OBJETIVOS

II.1 General

Elaborar un inventario florístico y fúngico de hongos micorrizógenos arbusculares de las unidades vegetales que conforman la ciénaga y la laguna "La Carbonera", que forma parte del área natural protegida denominada *Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán*, así como conocer la estructura y composición vegetal y determinar la presencia de hongos micorrizógenos arbusculares asociados con la vegetación.

II.2 Particulares

- Elaborar un listado florístico de cada unidad vegetal de la ciénaga y el sistema lagunar de La Carbonera.
- Elaborar un listado de los hongos micorrizógenos arbusculares presentes en la rizósfera de cada unidad vegetal del sistema lagunar de la Carbonera.
- Determinar el valor de importancia y la diversidad vegetal y fúngica de cada unidad de estudio.

- Determinar el estatus micorrícico de las especies vegetales presentes y su dinámica temporal.

III. MÉTODOS

III.1 Vegetación

III.1.1 Trabajo de campo

Se realizaron recorridos de campo al interior de la reserva para coleccionar las especies vegetales en floración y/o fructificación, a las que se les asignó una etiqueta con los datos del colector, estos datos incluyen los apellidos del colector o colectores y el número de colección, que se registran en una libreta de campo donde se numera consecutivamente a los ejemplares. Estos datos se incluyen en las etiquetas de herbario una vez que se ingresen los ejemplares a éste. Asimismo, se incluyó la fecha, localidad, coordenadas geográficas, unidad vegetal y datos físicos particulares. De cada individuo se coleccionaron al menos tres ejemplares que fueron prensados individualmente. Debido a que uno de los participantes está capacitado para la identificación de ejemplares botánicos, en la mayoría de los casos fue posible realizar una identificación preliminar o aproximación a nivel de familia, género o especie, de los especímenes en campo.

III.1.2 Trabajo de gabinete

Cada ejemplar coleccionado y prensado, fue herborizado y posteriormente identificado, siguiendo las claves taxonómicas respectivas. Con estos datos se procedió a realizar el etiquetado y su captura en la base de datos Biótica.

III.1.3 Ejemplares de herbario

Los ejemplares correctamente identificados y etiquetados fueron enviados a tres herbarios, el Herbario Nacional, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU) y a dos herbarios regionales, el Herbario "Alfredo Barrera Marín,"

Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y Herbario-Fibroteca "U Najil Tikin Xiw" del Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán A.C. (CICY).

III.1.4 Imágenes digitales

Se obtuvieron fotografías de la mayoría de las especies al momento de la colecta, incluyendo, de ser posible, estructuras características como flor, fruto o ambas. Asimismo, fueron tomadas fotografías de las unidades vegetales en las que se encontraban los ejemplares y de los sitios donde se realizaron los estudios de estructura.

III.1.5 Banco de datos

Una vez identificadas las especies, sus datos se han incorporado a la base de datos BIOTICA. Se está utilizando la versión 5.0 del Sistema de Información Biótica que incluye los datos: IdEjemplar, IdNombre, IdGeográfico, siglas de la colección, número de folio, colector, número de colecta, día de colecta, mes de colecta, año de colecta, IdDeterminador, clasificación de la determinación, año de determinación, IdFamilia, IdGénero, IdEspecie, IdAutor, categoría infraespecífica, latitud grados, latitud minutos y longitud grados, longitud minutos, municipio, estado, localidad, tipo de vegetación (unidad vegetal), forma de vida, tamaño, color de flor, fruto, nombre común y bibliografía.

III.2 Estructura de la vegetación

III.2.1 Unidades vegetales

En cada unidad vegetal se realizaron censos poblacionales, cada censo consistió en transectos en banda cuya longitud mínima fue de 100 m con un ancho de 5 m obteniendo diferentes áreas de muestreo (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Área de muestreo por unidad vegetal, porción occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

Unidad Vegetal	Área de Muestreo (m ²)
Matorral de duna costera	700
Manglar	3500
Peten de selva	2050
Peten de manglar	500
Tasistal	1250
Selva baja inundable	1250
Total de área muestreada	9250

III.2.2 Censos

En las dunas costeras se trazaron tres transectos desde la línea de playa hasta el matorral, cada transecto separado entre sí al menos por 20 m, donde se colocaron cuadros de 5 m x 5 m formando una línea perpendicular de la playa hasta el matorral de duna. Se contabilizaron cada una de las especies dentro del área del cuadro considerando su porcentaje de cobertura y altura.

En el caso de las comunidades arbustivas y arbóreas (matorral de duna, manglar, peten y selva baja inundable) se trazaron tres transectos. Cada transecto fue subdividido en cuadros de 5 m x 5 m y en cada cuadro se realizaron censos, para el estrato arbóreo se midieron todos los individuos enraizados (se consideraron árboles aquellos individuos que presentaron un tronco definido en la base hasta una altura de dos metros). Las medidas obtenidas para cada individuo fueron la altura y la cobertura. Adicionalmente, a los individuos en el estrato arbóreo se les midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) a 1.30 m sobre el nivel del suelo, para esto se empleó una cinta diamétrica de DAP, la cual cuenta con la transformación de perímetro a la medida requerida. Los árboles con

medidas mayores o iguales a 10 cm de DAP se consideraron como árboles maduros. Aquellos árboles menores a 10 cm y mayores a 3 cm se consideraron como jóvenes o pre-adultos. Se consideró como un individuo en el estrato arbustivo, si este presentaba un DAP menor a 3 cm y con una altura mayor de 50 cm. A los individuos que presentaron una altura menor a 50 cm y sin DAP, se les consideró dentro del estrato herbáceo.

III.2.3 Análisis de datos

Para evaluar la importancia ecológica de la especies en cada unidad vegetal, se determinaron los parámetros estructurales básicos como son la densidad, definida como el número de individuos por unidad de área; la frecuencia, como el porcentaje de submuestras en las que aparece la especie; la dominancia estimada a través del total del área basal (para árboles) o la cobertura (para herbáceas) de una especie entre el área muestreada y el valor de importancia (Frecuencia relativa + Densidad relativa + Dominancia relativa) (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974; Cox, 1980).

III.3 Hongos micorrizógenos arbusculares

III.3.1 Estatus micorrícico

III.3.1.1 Trabajo de campo

Se realizaron muestreos de raíces dirigidos a cada especie vegetal recolectada para su herborización, recolectándose las raíces finas de diferentes individuos. Cada muestra fue etiquetada y secada al ambiente.

III.3.1.2 Trabajo de laboratorio

Las raíces recolectadas en campo fueron lavadas con agua corriente y teñidas de acuerdo con la técnica de Phillips y Hayman (1970) modificada por Hernández-Cuevas et al. (2008). Una vez teñidas, las raíces se montaron en portaobjetos con alcohol

polivinílico para observarlas a microscopio con los objetivos de 10X y 40X y cuantificar el porcentaje de colonización total y por estructura fúngicas (hifas, vesículas arbusculos, esporas y ovillos) de acuerdo con el método modificado de McGonigle et al. (1990).

III.3.2 Esporas

III.3.2.1 Propagación de esporas

III.3.2.1.1 Trabajo de campo

Se realizaron colectas de suelo rizosférico de ejemplares vegetales que fueron colectados para su herborización. Se extrajo aproximadamente 1 kg de suelo de los 20 cm superiores, previa eliminación de la capa superficial de materia orgánica. A cada muestra de suelo colectada se le asignó una etiqueta con fecha, localidad georeferenciada, hábitat, recolector y número de recolección, así como planta de procedencia, para llevar un control de las muestras. Éstas se dejaron secar al aire uno o varios días hasta eliminar el exceso de humedad. Posteriormente fueron puestas en condiciones de invernadero para propagar a los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) que se encontraban en el suelo rizosférico.

III.3.2.1.2 Trabajo de invernadero

En invernadero se realizó el montaje de macetas de propagación de HMA (multiespecies), para ello, una parte de cada una de las muestra de suelo rizosférico se mezcló con una parte proporcional (V: V) de granzón o arena estéril y se colocó en una maceta de 2 L de capacidad previamente desinfectada con hipoclorito de sodio (presentación comercial). En las macetas se colocaron semillas de algunas plantas hospedera de HMA (v.g. maíz, frijol ayocote, veza) y plántulas de agave. Asimismo se continúan manteniendo macetas de propagación monoespecie, para ello se usó arena mezclada con tepetate en una proporción 1:1 (V: V) estériles, en la que se colocaron esporas de una especie de HMA extraídas del suelo, separadas por morfotipo bajo un

estéreomicroscopio y desinfectadas superficialmente con una mezcla de estreptomicina+gentamicina (200 ppm y 100 ppm, respectivamente). Todas las macetas se mantienen en invernadero con riego para lograr la esporulación.

III.3.2.2 Aislamiento de esporas

III.3.2.2.1 Trabajo de campo

Se realizaron recolectas de suelo rizosférico de ejemplares vegetales que fueron colectados para su herborización. Se extrajo aproximadamente 500 g de suelo de los 20 cm superiores, previa eliminación de la capa superficial de materia orgánica. A cada muestra de suelo colectada se le asignó una etiqueta con fecha, localidad georeferenciada, hábitat, recolector y número de recolección, así como planta de procedencia, para llevar un control de las muestras. Éstas se dejaron secar al aire uno o varios días hasta eliminar el exceso de humedad y las muestras, posteriormente se realizó la extracción de esporas y su identificación taxonómica.

III.3.2.2.2 Extracción de esporas

Con una muestra de 100 g de suelo rizosférico extraído de campo y 100 g de suelo rizosférico de macetas de propagación poliespecíficas y monoespecíficas se lleva a cabo el aislamiento de esporas, para ello se utilizó la técnica de tamizado húmedo y decantación (Gerdemann y Nicolson, 1963) y centrifugación con gradiente de sacarosa (Daniels y Skipper, 1982) modificadas por Hernández-Cuevas et al. (2008). El montaje de las esporas se realizó con ayuda de un microscopio estereoscópico, tomando las esporas extraídas con ayuda de una aguja de disección muy fina y colocándolas sobre un portaobjetos con alcohol polivinílico (PVLG) + reactivo de Melzer.

III.3.2.2.3 Identificación de esporas

La identificación de las especies de HMA se realizó con base en el análisis morfológico de las estructuras subcelulares de las esporas asexuales (Bagyaraj y Stürmer, 2012). La determinación de las especies se llevó a cabo con la ayuda de un microscopio óptico, utilizando una reglilla micrométrica y los objetivos de 10X, 20X, 40X y 100X; con base en criterios morfológicos de las esporas: diámetro, color y agrupación; así como de los estratos de pared: color, presencia de ornamentaciones, número y tipo de estratos, reacción con Melzer, grosor. Se usaron las descripciones disponibles en las páginas de la International Vesicular Arbuscular Culture Collection (www.invam.caf.wvu.edu/) y a través de ligas en la página de Glomeromycota Phylogeny (www.schuessler.userweb.mwn.de/amphylo/), así como en descripciones especializadas de revistas científicas diversas, para comparar y contrastar los caracteres observados con respecto a los descritos para las diferentes especies de Glomeromycota. Se usó el sistema de clasificación de Schüßler *et al.* (2001). La nomenclatura de las especies se basó en el Catálogo de Autoridades Taxonómicas para Hongos de CONABIO (2014).

III.3.2.2.4 Ejemplares de herbario

Las preparaciones realizadas fueron etiquetadas, y posteriormente los ejemplares fueron depositados en el herbario de la Universidad de Tlaxcala (TLXM).

IV. SITIO DE ESTUDIO

El área natural protegida denominada *Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán* se creó por decreto del poder ejecutivo estatal en 2010. Se localiza en el límite costero entre Chuburná y Sisal, Yucatán (21° 13' 94" latitud Norte y 89° 53' 69" longitud Oeste) (Figura 1). De acuerdo con el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán (2010) la vegetación que se reporta para la zona ubicada entre Sisal y Chuburná, comprende, manglares en buen estado de conservación, petenes,

seibadales y pastizales inundables. Carnevali *et al.* (2010), por su parte señalan que en la zona existe vegetación de duna costera, manglar, petenes, sabanas y pequeñas manchones de selva baja inundable.

La reserva cuenta con una laguna costera bordeada por vegetación de duna costera, manglares y petenes, así como vegetación de selva baja inundable y tasistales (observación personal). La laguna “La Carbonera” es un cuerpo lagunar formado en 1988 por el arrastre de agua sobre el litoral provocado por el Huracán Gilberto, y modificada en 2002 tras la llegada del Huracán Isidoro que provocó la completa desaparición del cordón litoral (Palacios-Sánchez y Vega-Cendejas, 2010) (Figura 1). En el área se presenta escasa infraestructura y con muy bajo impacto ambiental, y es considerada con potencial para servicios ambientales, además de ser refugio, zona de reproducción y anidación de diferentes especies de aves (Arcos, 2014).

El clima predominante en el área es cálido-seco correspondiente al subtipo BSi(h')W, con un régimen de lluvias de verano y una precipitación invernal entre el 5 y 10% (Dutch, 1988). La temperatura promedio anual es de 26 °C, la precipitación promedio anual es de 600 mm y la evaporación de 1682 mm. Durante el año se presentan tres temporadas climáticas: secas, lluvias y nortes (INEGI, 2001).

El origen del sedimento que forma el suelo está representado por depósitos conchíferos del Cuaternario, se encuentra constituida por suelos arenosos y profundos de color blanco-amarillento, los cuales corresponden a regosoles calcáreos, según la FAO/UNESCO por su escaso desarrollo y por el alto contenido de calcio en la matriz mineral (Dutch, 1988).

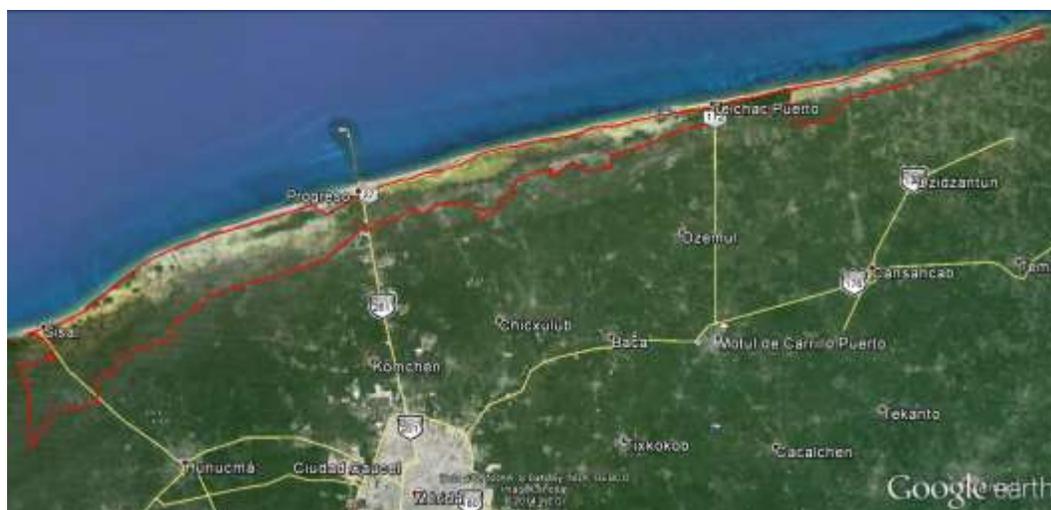


Figura 1. Imagen que muestra, en rojo, el área que ocupa la “Reserva Estatal Ciénagas y manglares de la costa norte de Yucatán.”

V. RESULTADOS

V.1 Vegetación

V.1.1 Ejemplares de herbario

Para la elaboración de la base de datos de las especies vegetales de la reserva estatal “Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán” se realizaron 2272 colectas de plantas en 78 salidas al campo (Cuadro 2), dicho material vegetal fue identificado y procesado. Se enviaron a tres herbarios un total de 6,653 ejemplares con 8,673 duplicados. Para el Herbario Nacional (MEXU), del Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México, se enviaron un total de 2,225 ejemplares y 3,020 duplicados. Para los herbarios regionales “Alfredo Barrera Marín,” del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), se enviaron un total de 2,203 ejemplares y 2,886 duplicados y para el Herbario-Fibroteca "U Najil Tikin Xiw" del Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán A.C. (CICY), se enviaron un total de 2,225 ejemplares y 2,767 duplicados (Cuadro 3).

Cuadro 2. Número de salidas totales al campo realizadas en los años de duración del proyecto realizado en el área occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

Número de salidas al campo			
Años de muestreo	2013	2014	2015
Total de salidas al campo	22	39	17

Cuadro 3. Número de ejemplares y duplicados de plantas herborizadas enviadas a cada herbario, colectadas en el área occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

	Herbarios			Totales
	MEXU	UADY	CICY	
Número de ejemplares	2225	2203	2225	6653
Número de duplicados	3020	2886	2767	8673

V.1.2 Imágenes digitales

Se tomaron 582 fotografías de especies de plantas, 84 fotografías de hongos micorrizogenos arbusculares y 105 fotografías a las cuatro unidades vegetales reportadas (Cuadro 6).

Cuadro 4. Listado de especies vegetales fotografiadas en el área occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

Familia	Especie	No. de Fotografías
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	12
	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel.	3
	<i>Justicia carthagenensis</i> Jacq.	2
	<i>Ruellia nudiflora</i> (Engelm. & A. Gray) Urb.	3
	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees.	3
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	3
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	5
	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	2

Cuadro 4. Continuación

Familia	Especie	No. de Fotografías
Alismataceae	<i>Sagittaria lancifolia</i> L.	2
Amaranthaceae	<i>Alternanthera flavescens</i> Kunth	7
	<i>Amaranthus arenicola</i> I. M. Johnst.	2
	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	3
	<i>Atriplex tampicensis</i> Standl.	5
	<i>Blutaparon vermiculare</i> (L.) Mears	3
	<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	11
	<i>Salicornia bigelovii</i> Toor.	2
	<i>Suaeda linearis</i> (Elliott) Moq.	5
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	3
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	2
Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	2
	<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.	3
	<i>Echites umbellatus</i> Jacq.	3
	<i>Mateleia lanceolata</i> (Decne.) Woodson.	2
	<i>Metastelma schlechtendalii</i> Decne.	5
	<i>Pentalinon andrieuxii</i> (Müll. Arg.) B.F. Hansen & Wunderlin	2
	<i>Plumeria obtusa</i> L. var. <i>sericifolia</i> (Wright) Woodson.	3
	<i>Rhabdadenia biflora</i> (Jacq.) Müller Argoviensis.	2
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i> Kunth	2
Arecaceae	<i>Acoelorrhapha wrightii</i> (Griseb. et H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc.	1
Asteraceae	<i>Ageratum gaumeri</i> B.L. Rob.	2
	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	1
	<i>Bidens pilosa</i> L.	3
	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & H. Rob.	3
	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	4
	<i>Flaveria trinervia</i> (Spreng.) C. Mohr.	4
	<i>Lactuca intybacea</i> Jacq.	2
	<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small.	3
	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	2
	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	3
Basellaceae	<i>Anredera vesicaria</i> (Lam.) C.F. Gaertn.	3
Bataceae	<i>Batis maritima</i> L.	8
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	3
	<i>Parmentiera millspaughiana</i> L.O. Williams	2
Bixaceae	<i>Amoreuxia wrightii</i> A. Gray.	2
	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	2
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> L.	5

Cuadro 4. Continuación

Familia	Especie	No. de Fotografías
Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	5
	<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schul.	3
	<i>Varronia bullata</i> ssp. <i>humilis</i> (Jacq.) Feuillet	3
Brassicaceae	<i>Cakile edentula</i> (Bigelow) Hook.	3
Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i> (Sw.) Griseb.	2
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	3
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> var. <i>dillenii</i> (Ker Gawl.) L.D. Benson	3
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	3
	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) Iltis & Cornejo	20
Celastraceae	<i>Maytenus phyllanthoides</i> Benth.	6
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	16
	<i>Conocarpus erectus</i> L. var. <i>sericeus</i> Grisebach	11
	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn	11
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.	2
Convolvulaceae	<i>Cuscuta yucatanana</i> Yunck.	4
	<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	2
	<i>Ipomoea turbinata</i> Lag.	3
	<i>Merremia quinquefolia</i> (L.) Hallier f.	3
	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	4
	<i>Ipomoea pesca-prae</i> (L.) R. Br.	6
	<i>Jacquemontia pentantha</i> (Jacq.) G. Don.	1
Crassulaceae	<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.) Asch. & Schweinf.	3
Cyperaceae	<i>Abildgaardia ovata</i> (Burm. f.) Kral	3
	<i>Bulbostylis juncooides</i> (Vahl) Kük. ex Herter	3
	<i>Cladium jamaicense</i> Crantz	2
	<i>Cyperus compressus</i> L.	3
	<i>Cyperus ligularis</i> L.	4
	<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb.) Schult.	1
	<i>Fimbristylis cymosa</i> R. Br.	3
	<i>Fimbristylis ferruginea</i> (L.) Vahl.	2
	<i>Fimbristylis spadicea</i> (L.) Vahl	2
	<i>Fuirena simplex</i> Vahl var. <i>simplex</i>	3
	<i>Rhynchospora colorata</i> (L.) H. Pfeiff.	3
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i> Britton.	2
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst.	4
	<i>Croton humilis</i> L.	3
	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	4
	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> (Miranda) Rzed.	3

Cuadro 4. Continuación

Familia	Especie	No. de Fotografías
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyathophora</i> Murray	5
	<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	3
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	3
	<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	2
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	2
	<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i> Jacq.	7
	<i>Manihot aesculifolia</i> (Kunth) Pohl.	3
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	3
	<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	3
	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	2
	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	4
	<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	1
	<i>Chamaecrista chamaecristoides</i> (Collad.) Greene	2
	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	3
	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	3
	<i>Erythrina standleyana</i> Krukoff.	1
	<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	5
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	3
	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	4
	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	3
<i>Pithecellobium keyense</i> Britton ex Coker	6	
<i>Vachellia cornigera</i> (L.) Seigler & Ebinger	3	
Gentianaceae	<i>Eustoma exaltatum</i> (L.) Salisb.	1
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	7
Iridaceae	<i>Cipura campanulata</i> Ravenna.	2
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	4
Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i> L.	4
Loranthaceae	<i>Psittacanthus mayanus</i> Standl. & Steyerl.	2
Lythraceae	<i>Cuphea gaumeri</i> Koehne	3
Malpighiaceae	<i>Malpighia lundellii</i> C. V. Morton.	4
	<i>Tetrapterys seleriana</i> Nied.	2
Malvaceae	<i>Cienfuegosia yucatanensis</i> Millsp.	3
	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	2
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	3
	<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky.	3
	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	4
	<i>Melochia pyramidata</i> L.	2
	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	1

Cuadro 4. Continuación

Familia	Especie	No. de Fotografías
Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i> L.	4
	<i>Waltheria indica</i> L.	3
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	3
Nyctaginaceae	<i>Commicarpus scandens</i> (L.) Standley.	9
	<i>Neea choriophylla</i> Standl.	5
	<i>Okenia hypogaea</i> Schtdl. & Cham.	2
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven.	3
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	2
	<i>Passiflora obovata</i> Killip.	4
Phyllantaceae	<i>Phyllanthus amarus</i> Schumach. & Thonn.	2
Phytolaccaceae	<i>Boerhavia erecta</i> L.	2
	<i>Rivina humilis</i> L.	4
Plantaginaceae	<i>Angelonia angustifolia</i> Benth.	3
	<i>Mecardonia procumbens</i> (Mill.) Small	1
Poaceae	<i>Cenchrus brownii</i> Roem. & Schult.	2
	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	2
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	3
	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene.	3
	<i>Paspalum wrightii</i> Hitchc. & Chase.	2
	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelén.	1
	<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.	2
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	4
	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	2
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	4
Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö	3
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> L.	4
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	2
	<i>Ernodea littoralis</i> Sw.	4
	<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	3
	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	3
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) van Royen.	2
	<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	4
Scrophulariaceae	<i>Capraria frutescens</i> (Mill.) Britton.	3
	<i>Capraria mexicana</i> Moric. ex Benth.	5
Solanaceae	<i>Lycium carolinianum</i> Walter.	6
	<i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitchc.	3
	<i>Solanum nigrum</i> L.	7
	<i>Solanum tridynamum</i> Dunal.	3

Cuadro 4. Continuación

Familia	Especie	No. de Fotografías
Surianaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	7
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i> Pers.	1
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	3
	<i>Lantana involucrata</i> L.	3
	<i>Tamonea curassavica</i> (L.) Pers.	3
Zigophyllaceae	<i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Hook. & Arn.	4
	<i>Tribulus cistoides</i> L.	2
Total		582

Cuadro 5. Número de colecta de las especies vegetales fotografiada en el área occidental de la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

No. Colecta	Familia	Especie	No. de Fotografías
1002	Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i> L.	4
1003	Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i> Sw.	2
1009	Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schul.	3
1014	Surianaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	3
1018	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton ex Coker	3
1024	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	3
1025	Bataceae	<i>Batis maritima</i> L.	3
1028	Bataceae	<i>Batis maritima</i> L.	5
1029	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L. var. <i>sericeus</i> Grisebach	2
1030	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	3
1031	Surianaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	2
1032	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) Iltis & Cornejo	4
1035	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i> Jacq.	5
1039	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) Iltis & Cornejo	6
1048	Amaranthaceae	<i>Amaranthus arenicola</i> I. M. Johnst.	2
1051	Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	3
1059	Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	1
1060	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn	3
1062	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	2
1063	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	2
1064	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L. var. <i>sericeus</i> Grisebach	4
1066	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	4
1068	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	4
1075	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i> Jacq.	2
1081	Asteraceae	<i>Lactuca intybacea</i> Jacq.	2
1083	Amaranthaceae	<i>Alternanthera flavescens</i> Kunth	4

Cuadro 5. Continuación

No. Colecta	Familia	Especie	No. de Fotografías
1085	Amaranthaceae	<i>Atriplex tampicensis</i> Standl.	3
1089	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L. var. <i>sericeus</i> Grisebach	5
1091	Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i> L.	4
1094	Asteraceae	<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small.	3
1095	Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> L.	2
1104	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) Iltis & Cornejo	6
1120	Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	4
1127	Convolvulaceae	<i>Ipomoea pesca-prae</i> (L.) R. Br.	3
1128	Cyperaceae	<i>Fimbristylis spadicea</i> (L.) Vahl	2
1132	Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	1
1143	Solanaceae	<i>Lycium carolinianum</i> Walter.	3
1146	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	2
1148	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) Iltis & Cornejo	4
1149	Nyctaginaceae	<i>Commicarpus scandens</i> (L.) Standley.	3
1150	Phytolaccaceae	<i>Rivina humilis</i> L.	4
1153	Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	3
1175	Amariyllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	3
1181	Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	4
1182	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	3
1185	Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i> L.	3
1189	Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	3
1200	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	4
1212	Boraginaceae	<i>Varronia bullata</i> ssp. <i>humilis</i> (Jacq.) Feuillet	3
1221	Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	3
1222	Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i> Lag.	3
1224	Brassicaceae	<i>Cakile edentula</i> (Bigelow) Hook.	3
1225	Poaceae	<i>Cenchrus brownii</i> Roem. & Schult.	2
1228	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn	3
1231	Amaranthaceae	<i>Alternanthera flavescens</i> Kunth	3
1232	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	4
1233	Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	1
1237	Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	3
1239	Convolvulaceae	<i>Ipomoea pesca-prae</i> (L.) R. Br.	3
1276	Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	2
1281	Cyperaceae	<i>Bulbostylis juncooides</i> (Vahl) Kük. ex Herter	3
1299	Surianaceae	<i>Suriana maritima</i> L.	2
1305	Amaranthaceae	<i>Blutaparon vermiculare</i> (L.) Mears	3

Cuadro 5. Continuación

No. Colecta	Familia	Especie	No. de Fotografías
1318	Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i> L.	3
1327	Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	2
1327	Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	3
1328	Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö	3
1330	Asteraceae	<i>Flaveria trinervia</i> (Spreng.) C. Mohr.	4
1332	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	3
1342	Basellaceae	<i>Anredera vesicaria</i> (Lam.) C.F. Gaertn.	3
1348	Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	2
1356	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn	3
1358	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	3
1363	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> L.	2
1385	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> L.	2
1388	Solanaceae	<i>Lycium carolinianum</i> Walter.	3
1389	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	3
1401	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyathophora</i> Murray	5
1403	Nyctaginaceae	<i>Commicarpus scandens</i> (L.) Standley.	3
1411	Apocynaceae	<i>Matelea lanceolata</i> (Decne.) Woodson.	2
1417	Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i> Jacq.	4
1442	Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i> Sw.	2
1452	Zygophyllaceae	<i>Tribulus cistoides</i> L.	2
1477	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton in Britton & Rose.	3
1521	Fabaceae	<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	2
1531	Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	4
1536	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	3
1538	Euphorbiaceae	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> (Miranda) Rzed.	3
1539	Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel.	3
1542	Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.	4
1566	Apocynaceae	<i>Metastelma schlechtendalii</i> Decne.	1
1567	Nyctaginaceae	<i>Neea choriophylla</i> Standl.	3
1568	Apocynaceae	<i>Metastelma schlechtendalii</i> Decne.	4
1614	Amaranthaceae	<i>Suaeda linearis</i> (Elliott) Moq.	3
1628	Scrophulariaceae	<i>Capraria mexicana</i> Moric. ex Benth.	3
1633	Celastraceae	<i>Maytenus phyllanthoides</i> Benth.	6
1658	Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	3
1686	Bignoniaceae	<i>Parmentiera millspaughiana</i> L.O. Williams	2
1689	Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	3
1691	Alismataceae	<i>Sagittaria lancifolia</i> L.	2

Cuadro 5. Continuación

No. Colecta	Familia	Especie	No. de Fotografías
1693	Cyperaceae	<i>Fuirena simplex</i> Vahl var. <i>simplex</i>	3
1694	Lythraceae	<i>Cuphea gaumeri</i> Koehne	3
1697	Plantaginaceae	<i>Mecardonia procumbens</i> (Mill.) Small	1
1698	Plantaginaceae	<i>Angelonia angustifolia</i> Benth.	3
1706	Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven.	3
1711	Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	3
1724	Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i> var. <i>dillenii</i> (Ker Gawl.) L.D. Benson	3
1749	Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	3
1776	Asteraceae	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & H. Rob.	3
1789	Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	4
1796	Malpighiaceae	<i>Malpighia lundellii</i> C. V. Morton.	4
1797	Convolvulacea	<i>Merremia quinquefolia</i> (L.) Hallier f.	3
1800	Acanthaceae	<i>Ruellia nudiflora</i> (Engelm. & A. Gray) Urb.	3
1802	Acanthaceae	<i>Justicia carthagenensis</i> Jacq.	2
1803	Convolvulacea	<i>Ipomoea turbinata</i> Lag.	3
1805	Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	3
1807	Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	2
1811	Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	3
1817	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	3
1818	Typhaceae	<i>Typha domingensis</i> Pers.	1
1819	Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	3
1820	Cyperaceae	<i>Cyperus compressus</i> L.	3
1823	Cyperaceae	<i>Abildgaardia ovata</i> (Burm. f.) Kral	3
1825	Cyperaceae	<i>Cladium jamaicense</i> Crantz	2
1829	Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	3
1830	Fabaceae	<i>Erythrina standleyana</i> Krukoff.	1
1835	Malpighiaceae	<i>Tetrapteryx seleriana</i> Nied.	2
1882	Cyperaceae	<i>Fimbristylis ferruginea</i> (L.) Vahl.	2
1969	Arecaceae	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i> (Griseb. et H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc.	1
1976	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	3
1981	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i> Britton.	2
1982	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	2
1985	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) van Royen.	2
1992	Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.	3
1998	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	2
2050	Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i> (Sw.) Griseb.	2
2075	Gentianaceae	<i>Eustoma exaltatum</i> (L.) Salisb.	1

Cuadro 5. Continuación

No. Colecta	Familia	Especie	No. de Fotografías
2208	Cyperaceae	<i>Fimbristylis cymosa</i> R. Br.	3
2399	Amaranthaceae	<i>Salicornia bigelovii</i> Toor.	2
2538	Passifloraceae	<i>Passiflora obovata</i> Killip.	4
2561	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	2
2567	Iridaceae	<i>Cipura campanulata</i> Ravenna.	2
2572	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	3
2575	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	3
2577	Cyperaceae	<i>Cyperus ligularis</i> L.	4
2578	Cyperaceae	<i>Rhynchospora colorata</i> (L.) H. Pfeiff.	3
2583	Bixaceae	<i>Amoreuxia wrightii</i> A. Gray.	2
2584	Malvaceae	<i>Cienfuegosia yucatanensis</i> Millsp.	3
2586	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i> L. var. <i>sericifolia</i> (Wright) Woodson.	3
2587	Malvaceae	<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky.	3
2588	Scrophulariaceae	<i>Capraria mexicana</i> Moric. ex Benth.	2
2589	Euphorbiaceae	<i>Manihot aesculifolia</i> (Kunth) Pohl.	3
2593	Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	3
2595	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst.	4
2598	Convolvulacea	<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	2
2601	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	2
2602	Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	2
2606	Apocynaceae	<i>Rhabdadenia biflora</i> (Jacq.) Müller Argoviensis.	2
2607	Fabaceae	<i>Chamaecrista chamaecristoides</i> (Collad.) Greene	2
2608	Asteraceae	<i>Ageratum gaumeri</i> B.L. Rob.	2
2609	Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.	2
2611	Zigophyllaceae	<i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Hook. & Arn.	4
2612	Poaceae	<i>Paspalum wrightii</i> Hitchc. & Chase.	2
2613	Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	3
2614	Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	3
2616	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.	3
2618	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.	3
2620	Loranthaceae	<i>Psittacanthus mayanus</i> Standl. & Steyerm.	2
2624	Asteraceae	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	2
2627	Nyctaginaceae	<i>Neea choriophylla</i> Standl.	2
2628	Fabaceae	<i>Vachellia cornigera</i> (L.) Seigler & Ebinger	3
2635	Fabaceae	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	4
2638	Cyperaceae	<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb.) Schult.	1
2639	Poaceae	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen.	1

Cuadro 5. Continuación

No. Colecta	Familia	Especie	No. de Fotografías
2649	Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	2
2650	Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	3
2651	Nyctaginaceae	<i>Okenia hypogaea</i> Schltld. & Cham.	2
2652	Nyctaginaceae	<i>Commicarpus scandens</i> (L.) Standley.	3
2655	Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i> Kunth	2
2811	Poaceae	<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.	2
2836	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	2
2839	Phytolaccaceae	<i>Boerhavia erecta</i> L.	2
2842	Fabaceae	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	3
2848	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	3
2850	Solanaceae	<i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitchc.	3
2860	Amaranthaceae	<i>Suaeda linearis</i> (Elliott) Moq.	2
2868	Aizoaceae	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	2
2871	Poaceae	<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene.	3
2887	Amaranthaceae	<i>Atriplex tampicensis</i> Standl.	2
2896	Phyllantaceae	<i>Phyllanthus amarus</i> Schumach. & Thonn.	2
2900	Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	1
2901	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	1
2904	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	2
2908	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn	2
2921	Convolvulacea	<i>Cuscuta yucatanana</i> Yunck.	4
2940	Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	3
2947	Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	2
2953	Fabaceae	<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	1
2956	Apocynaceae	<i>Pentalinon andrieuxii</i> (Müll. Arg.) B.F. Hansen & Wunderlin	2
2957	Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> L.	2
2958	Malvaceae	<i>Melochia pyramidata</i> L.	2
3270	Apocynaceae	<i>Echites umbellatus</i> Jacq.	3
3274	Verbenaceae	<i>Tamonea curassavica</i> (L.) Pers.	3
3276	Acanthaceae	<i>Tetramerium nervosum</i> Nees.	3
3277	Convolvulacea	<i>Jacquemontia pentantha</i> (Jacq.) G. Don.	1
3278	Euphorbiaceae	<i>Croton humilis</i> L.	3
3281	Scrophulariaceae	<i>Capraria frutescens</i> (Mill.) Britton.	3
3286	Solanaceae	<i>Solanum tridynamum</i> Dunal.	3
3289	Crassulaceae	<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.) Asch. & Schweinf.	3

Cuadro 5. Continuación

No. Colecta	Familia	Especie	No. de Fotografías
3292	Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	4
3294	Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	2
3298	Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	1
3301	Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	1
Total			582

Cuadro 6. Unidades vegetales estudiadas y fotografiadas en el área occidental de la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

Unidad vegetal	Número de fotografías
Duna Costera	38
Manglar	50
Peten	13
Selva Baja Inundable	4
Total	105

V.1.3 Banco de datos

El material colectado fue identificado, procesado y sus datos capturados para conformar la base de datos en el Sistema de Información Biótica. Se incorporó la información de 2370 ejemplares de herbario, entre plantas (2272 ejemplares), depositados en el herbario nacional MEXU, y en los herbarios regionales de la UADY y del CICY, además de ejemplares de hongos micorrizógenos arbusculares (98 ejemplares) depositados en el herbario de la Universidad de Tlaxcala (TLXM), así como del material fotografiado de ambos grupos.

V.1.4 Riqueza de especies vegetales

En la zona occidental de la Reserva Estatal “Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán” que incluye la laguna costera “La Carbonera”, se han registrado 59 familias, 160 géneros, 186 especies y cinco infraespecies, resultado de 2272 colectas de ejemplares de plantas. La familia con mayor registro de especies fue Fabaceae con 19 especies, seguida de Cyperaceae con 14 especies, Malvaceae y Poaceae ambas con 12 especies, Asteraceae y Euphorbiaceae con 11 especies. Las especies con mayor número de colectas correspondieron a especies que pertenecen al grupo de los

mangles, siendo *Avicennia germinans* la que cuenta con el mayor número de colectas, 475, seguida de *Rhizophora mangle* con 283, *Laguncularia racemosa* con 113 y *Conocarpus erectus* con 101 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Listado de especies vegetales colectadas e identificadas en el área occidental de la Reserva Estatal “Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán”.

Familia	Especies por familia	Especie	Colectas por especie
Acanthaceae	5	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	475
		<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel.	10
		<i>Justicia carthagenensis</i> Jacq.	16
		<i>Ruellia nudiflora</i> (Engelm. & A. Gray) Urb.	8
		<i>Tetramerium nervosum</i> Nees.	1
Agavaceae	1	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	4
Aizoaceae	2	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	38
		<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	7
Alismataceae	1	<i>Sagittaria lancifolia</i> L.	1
Amaranthaceae	9	<i>Alternanthera flavescens</i> Kunth	27
		<i>Amaranthus arenicola</i> I. M. Johnst.	5
		<i>Amaranthus spinosus</i> L.	1
		<i>Atriplex tampicensis</i> Standl.	35
		<i>Blutaparon vermiculare</i> (L.) Mears	13
		<i>Gomphrena serrata</i> L.	5
		<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	23
		<i>Salicornia bigelovii</i> Toor.	14
		<i>Suaeda linearis</i> (Elliott) Moq.	27
Amaryllidaceae	1	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	2
Anacardiaceae	1	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	25
Apocynaceae	9	<i>Asclepias curassavica</i> L.	3
		<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.	3
		<i>Cynanchum rensonii</i> (Pittier) Woodson.	2
		<i>Echites umbellatus</i> Jacq.	1
		<i>Matelea lanceolata</i> (Decne.) Woodson.	2
		<i>Metastelma schlechtendalii</i> Decne.	8
		<i>Pentalinon andrieuxii</i> (Müll. Arg.) B.F. Hansen & Wunderlin	1
		<i>Plumeria obtusa</i> L. var. <i>sericifolia</i> (Wright) Woodson.	1
		<i>Rhabdadenia biflora</i> (Jacq.) Müller Argoviensis.	1
Araceae	1	<i>Anthurium schlechtendalii</i> Kunth	1
Arecaceae	1	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i> (Griseb. et H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc.	3

Cuadro 7. Continuación

Familia	Especies por familia	Especie	Colectas por especie
Asteraceae	11	<i>Ageratum gaumeri</i> B.L. Rob.	1
		<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	10
		<i>Baccharis dioica</i> Vahl.	3
		<i>Bidens pilosa</i> L.	17
		<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & H. Rob.	5
		<i>Flaveria linearis</i> Lag.	38
		<i>Flaveria trinervia</i> (Spreng.) C. Mohr	2
		<i>Lactuca intybacea</i> Jacq.	18
		<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small.	17
		<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	12
		<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng. var. <i>dentata</i>	1
Basellaceae	1	<i>Anredera vesicaria</i> (Lam.) C.F. Gaerth	1
Bataceae	1	<i>Batis maritima</i> L.	60
Bignoniaceae	2	<i>Crescentia cujete</i> L.	3
		<i>Parmentiera millspaughiana</i> L.O. Williams	2
Bixaceae	2	<i>Amoreuxia wrightii</i> A. Gray.	1
		<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng	2
Boraginaceae	6	<i>Cordia sebestena</i> L.	6
		<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray.	1
		<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	21
		<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schul.	4
		<i>Varronia bullata</i> L.	5
		<i>Varronia bullata</i> subsp. <i>humilis</i> (Jacq.) Feuillet	3
Brassicaceae	1	<i>Cakile edentula</i> (Bigelow) Hook.	10
Bromeliaceae	1	<i>Aechmea bracteata</i> (Sw.) Griseb.	1
Burseraceae	1	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	1
Cactaceae	1	<i>Opuntia stricta</i> var. <i>dillenii</i> (Ker Gawl.) L.D. Benson	3
Capparaceae	2	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	5
		<i>Quadrella incana</i> (Kunth) Iltis & Cornejo	23
Celastraceae	1	<i>Maytenus phyllanthoides</i> Benth.	9
Combretaceae	3	<i>Conocarpus erectus</i> L.	101
		<i>Conocarpus erectus</i> L. var. <i>sericeus</i> Grisebach	6
		<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn	113
Commelinaceae	1	<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.	8
Convolvulaceae	8	<i>Cuscuta yucatanana</i> Yunck.	6
		<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	3
		<i>Merremia quinquefolia</i> (L.) Hallier f.	1

Cuadro 7. Continuación

Familia	Especies por familia	Especie	Colectas por especie
Convolvulaceae		<i>Ipomoea alba</i> L.	10
		<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	2
		<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	6
		<i>Ipomoea turbinata</i> Lag.	3
		<i>Jacquemontia pentantha</i> G. Don	1
Crassulaceae	1	<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.) Oken	1
Cyperaceae	14	<i>Abildgaardia ovata</i> (Burm. f.) Kral	2
		<i>Bulbostylis juncooides</i> (Vahl) Kük. ex Herter	6
		<i>Cladium jamaicense</i> Crantz	11
		<i>Cyperus compressus</i> L.	1
		<i>Cyperus ligularis</i> L.	2
		<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb.) Schult.	1
		<i>Fimbristylis cymosa</i> R. Br.	7
		<i>Fimbristylis ferruginea</i> (L.) Vahl.	1
		<i>Fimbristylis spadicea</i> (L.) Vahl	6
		<i>Fuirena simplex</i> Vahl	4
		<i>Fuirena simplex</i> Vahl var. <i>simplex</i>	1
		<i>Oxycaryum cubense</i> (Poepp. & Kunth) Lye	1
		<i>Rhynchospora colorata</i> (L.) H. Pfeiff.	5
		<i>Schoenoplectus erectus</i> (Poir.) Palla ex. J. Raynal	2
Erythroxylaceae	1	<i>Erythroxylum confusum</i> Britton.	8
Euphorbiaceae	11	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst.	2
		<i>Croton humilis</i> L.	2
		<i>Croton punctatus</i> Jacq.	15
		<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> (Miranda) Rzed.	2
		<i>Euphorbia cyathophora</i> Murray	10
		<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	4
		<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	2
		<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	9
		<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	1
		<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i> Jacq.	26
		<i>Manihot aesculifolia</i> (Kunth) Pohl.	1
Fabaceae	19	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	1
		<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	2
		<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	17
		<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	11
		<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	2

Cuadro 7. Continuación

Familia	Especies por familia	Especie	Colectas por especie
Fabaceae		<i>Chamaecrista chamaecristoides</i> (Collad.) Greene	2
		<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	4
		<i>Desmodium glabrum</i> (Mill.) DC.	4
		<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	4
		<i>Erythrina standleyana</i> Krukoff.	2
		<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	9
		<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose	1
		<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	2
		<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	3
		<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	3
		<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	1
		<i>Pithecellobium keyense</i> Britton ex Coker	22
		<i>Vachellia cornigera</i> (L.) Seigler & Ebinger	2
		<i>Vachellia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger	1
Gentianaceae	1	<i>Eustoma exaltatum</i> (L.) Salisb.	2
Goodeniaceae	1	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	27
Iridaceae	1	<i>Cipura campanulata</i> Ravenna.	1
Lamiaceae	1	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	2
Lauraceae	1	<i>Cassytha filiformis</i> L.	5
Loranthaceae	2	<i>Psittacanthus mayanus</i> Standl. & Steyerl.	2
		<i>Struthanthus cassythoides</i> Millsp. ex Standl	1
Lythraceae	1	<i>Cuphea gaumeri</i> Koehne	2
Malpighiaceae	2	<i>Malpighia lundellii</i> C. V. Morton.	3
		<i>Tetrapteryx seleriana</i> Nied.	3
Malvaceae	12	<i>Cienfuegosia yucatanensis</i> Millsp.	4
		<i>Corchorus siliquosus</i> L.	1
		<i>Gossypium hirsutum</i> L.	11
		<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1
		<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	1
		<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky.	2
		<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	31
		<i>Melochia pyramidata</i> L.	5
		<i>Sida acuta</i> Burm. f.	12
		<i>Sida cordifolia</i> L.	5
		<i>Sida spinosa</i> L.	1
<i>Waltheria indica</i> L.	19		
Moraceae	1	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	3

Cuadro 7. Continuación

Familia	Especies por familia	Especie	Colectas por especie
Nyctaginaceae	3	<i>Commicarpus scandens</i> (L.) Standley.	13
		<i>Neea choriophylla</i> Standl.	8
		<i>Okenia hypogaea</i> Schlttdl. & Cham.	6
Onagraceae	1	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven.	1
Passifloraceae	2	<i>Passiflora foetida</i> L.	12
		<i>Passiflora obovata</i> Killip.	1
Phyllanthaceae	1	<i>Phyllanthus amarus</i> Schumach. & Thonn.	2
Phytolaccaceae	2	<i>Boerhavia erecta</i> L.	4
		<i>Rivina humilis</i> L.	9
Plantaginaceae	2	<i>Angelonia angustifolia</i> Benth.	3
		<i>Mecardonia procumbens</i> (Mill.) Small	1
Poaceae	12	<i>Cenchrus brownii</i> Roem. & Schult.	2
		<i>Cenchrus echinatus</i> L.	16
		<i>Chloris ciliata</i> Sw.	2
		<i>Chloris virgata</i> Sw.	2
		<i>Chromolaena lundellii</i> R.M. King H. Rob.	2
		<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	19
		<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene.	7
		<i>Paspalum wrightii</i> Hitchc. & Chase.	1
		<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	4
		<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen.	1
		<i>Sporobolus domingensis</i> (Trin.) Kunth.	1
		<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.	11
Polygonaceae	2	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	1
		<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	1
Portulacaceae	1	<i>Portulaca oleracea</i> L.	17
Primulaceae	1	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö	12
Rhizophoraceae	1	<i>Rhizophora mangle</i> L.	283
Rubiaceae	5	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	5
		<i>Ernodea littoralis</i> Sw.	3
		<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	2
		<i>Spermacoce confusa</i> Rendle	1
		<i>Spermacoce verticillata</i> L.	4
Sapotaceae	2	<i>Manilkara zapota</i> (L.) van Royen.	8
		<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	15
Scrophulariaceae	2	<i>Capraria frutescens</i> (Mill.) Briq	1
		<i>Capraria mexicana</i> Moric. ex Benth.	19

Cuadro 7. Continuación

Familia	Especies por familia	Especie	Colectas por especie
Solanaceae	4	<i>Lycium carolinianum</i> Walter.	19
		<i>Physalis viscosa</i> L.	1
		<i>Solanum nigrum</i> L.	9
		<i>Solanum tridynamum</i> Dunal	2
Surianaceae	1	<i>Suriana maritima</i> L.	29
Typhaceae	1	<i>Typha domingensis</i> Pers.	1
Verbenaceae	4	<i>Lantana camara</i> L.	1
		<i>Lantana involucrata</i> L.	10
		<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	6
		<i>Tamonea curassavica</i> L.	1
Zygophyllaceae	2	<i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Hook. & Arn.	1
		<i>Tribulus cistoides</i> L.	14
Total de Colectas			2272

En cuanto a las estructuras reproductivas presentes en los ejemplares colectados en las diferentes unidades ambientales, el 49 por ciento de ellos tuvieron flores, mientras que el 31 por ciento tuvieron fruto y el 20 por ciento ambos (Figura 2).

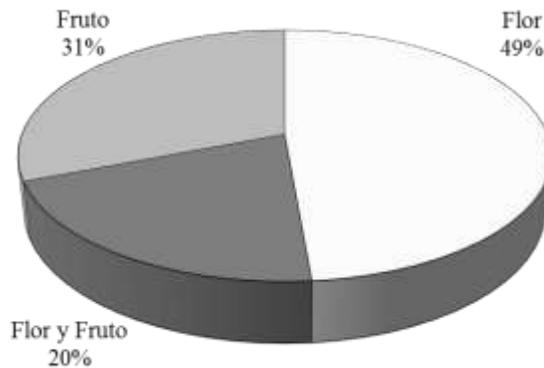


Figura 2. Porcentaje de estructuras reproductivas presentes en las colectas de especies vegetales realizadas en el área occidental de la Reserva Estatal "Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán".

El 50 por ciento de los ejemplares recolectados corresponde al tipo de vida arbóreo, mientras que el 36 por ciento corresponde a las herbáceas, el 10 por ciento a los arbustos y finalmente un 4 por ciento a otras formas de vida que incluyen palma, hierba epífita, hierba parásita, hierba rastrera, hierba trepadora, liana y parásita trepadora (Figura 3).

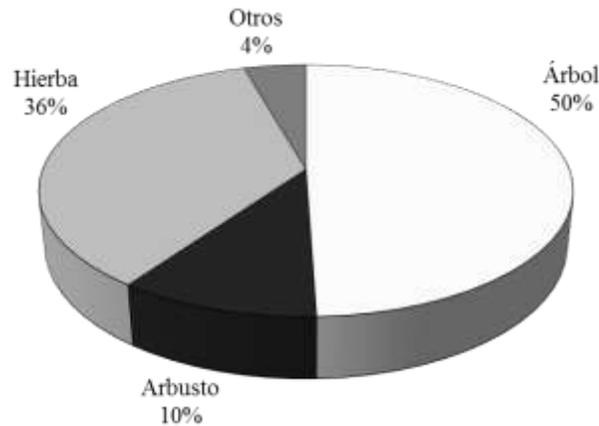


Figura 3. Porcentaje de tipos de vida de las especies vegetales recolectadas en el área occidental de la Reserva Estatal "Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán".

Las unidades ambientales en las que se realizaron mayores porcentajes de colectas fueron para el manglar con un 56 %, seguido de la duna costera con 30 %, la selva baja inundable con 8 % y por último el petén con 6 % (Figura 4).

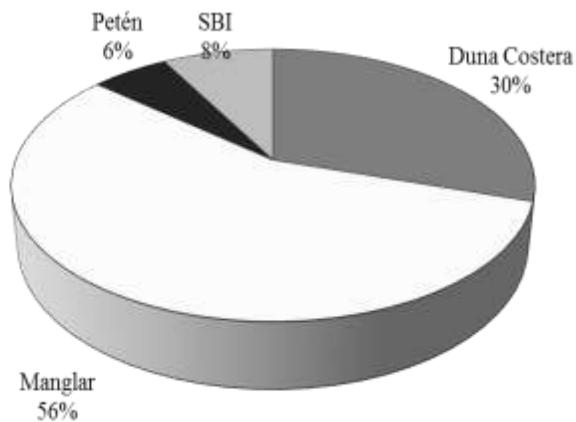


Figura 4. Porcentaje de unidades ambientales con mayores colectas de especies vegetales en el área occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

En este humedal se presentan como unidades vegetales más importantes la duna costera (matorral y pioneras), el manglar, los petenes y la selva baja inundable. El mayor número de especies registradas por unidad vegetal corresponde para la duna costera con 97 especies, seguidas de la selva baja inundable con 92, el manglar con 76 y los petenes con 40. El mayor número de colectas realizadas en las diferentes unidades ambientales fue de 1,279 correspondiente al manglar, 679 para la duna costera, 190 para la selva baja inundable y por último para el peten 128 colectas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Números de especies y de colectas de especies vegetales por unidad vegetal realizadas en el área occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

Unidad vegetal	No. especies	No. Colectas
Duna costera	97	679
Selva baja inundable	92	190
Manglar	76	1,279
Peten	40	128
Total		2,276

El Cuadro 9 señala la distribución de las especies registrada en el área occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, incluyendo el sistema lagunar de “La Carbonera”, por cada unidad ambiental reportada a lo largo del humedal.

Cuadro 9. Distribución de las especies vegetales identificadas y recolectadas por unidad vegetal, en el área occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. SBI: Selva Baja Inundable.

Especie	Duna Costera	Manglar	Peten	SBI
<i>Abildgaardia ovata</i> (Burm. f.) Kral			*	*
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i> (Griseb. et H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc.			*	
<i>Aechmea bracteata</i> (Sw.) Griseb.			*	
<i>Agave angustifolia</i> Haw.	*			
<i>Ageratum gaumeri</i> B.L. Rob.				*
<i>Alternanthera flavescens</i> Kunth		*		*
<i>Amaranthus arenicola</i> I. M. Johnst.	*			
<i>Amaranthus spinosus</i> L.		*		
<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	*			
<i>Amoreuxia wrightii</i> A. Gray.				*
<i>Angelonia angustifolia</i> Benth.				*

Cuadro 9. Continuación

Espece	Duna Costera	Manglar	Peten	SBI
<i>Anredera vesicaria</i> (Lam.) C.F. Gaerth	*			
<i>Anthurium schlechtendalii</i> Kunth	*			
<i>Asclepias curassavica</i> L.		*		*
<i>Atriplex tampicensis</i> Standl.	*	*		
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	*	*		
<i>Baccharis dioica</i> Vahl.		*		
<i>Batis maritima</i> L.	*	*		
<i>Bauhinia divaricata</i> L.				*
<i>Bidens pilosa</i> L.		*		
<i>Blutaparon vermiculare</i> (L.) Mears	*	*		
<i>Boerhavia erecta</i> L.		*		
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö			*	
<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F. Daniel.	*			
<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.) Oken				*
<i>Bulbostylis juncooides</i> (Vahl) Kük. ex Herter		*		
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.				*
<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.				*
<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	*	*		
<i>Cakile edentula</i> (Bigelow) Hook.	*	*		
<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	*			
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.				*
<i>Capraria frutescens</i> (Mill.) Briq				*
<i>Capraria mexicana</i> Moric. ex Benth.	*	*		*
<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold.				*
<i>Cassytha filiformis</i> L.	*			
<i>Cenchrus brownii</i> Roem. & Schult.	*			
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	*	*		
<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.			*	
<i>Chamaecrista chamaecristoides</i> (Collad.) Greene				*
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	*			
<i>Chloris ciliata</i> Sw.				*
<i>Chloris virgata</i> Sw.		*		
<i>Chromolaena lundellii</i> R.M. King H. Rob.	*			
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & H. Rob.				*
<i>Cienfuegosia yucatanensis</i> Millsp.				*
<i>Cipura campanulata</i> Ravenna.				*
<i>Cladium jamaicense</i> Crantz			*	*

Cuadro 9. Continuación

Espece	Duna Costera	Manglar	Peten	SBI
<i>Cnidoscolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst.				*
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	*			
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng				*
<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.		*		*
<i>Commicarpus scandens</i> (L.) Standley.		*		
<i>Conocarpus erectus</i> L.	*	*	*	*
<i>Conocarpus erectus</i> L. var. <i>sericeus</i> Grisebach	*	*		
<i>Corchorus siliquosus</i> L.			*	
<i>Cordia sebestena</i> L.		*		
<i>Crescentia cujete</i> L.			*	*
<i>Croton humilis</i> L.				*
<i>Croton punctatus</i> Jacq.	*	*		
<i>Cuphea gaumeri</i> Koehne				*
<i>Cuscuta yucatanana</i> Yunck.		*		
<i>Cynanchum rensonii</i> (Pittier) Woodson.	*	*		
<i>Cyperus compressus</i> L.				*
<i>Cyperus ligularis</i> L.		*		*
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	*	*		
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.		*		
<i>Desmodium glabrum</i> (Mill.) DC.	*			
<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.				*
<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene.		*		
<i>Echites umbellatus</i> Jacq.	*			
<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb.) Schult.				*
<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> (Miranda) Rzed.	*			
<i>Ernodea littoralis</i> Sw.	*			
<i>Erythrina standleyana</i> Krukoff.				*
<i>Erythroxylum confusum</i> Britton.			*	*
<i>Euphorbia cyathophora</i> Murray		*	*	
<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	*			
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.			*	
<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.		*	*	
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.			*	
<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i> Jacq.	*			
<i>Eustoma exaltatum</i> (L.) Salisb.			*	
<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.		*		*
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.			*	

Cuadro 9. Continuación

Espece	Duna Costera	Manglar	Peten	SBI
<i>Fimbristylis cymosa</i> R. Br.	*	*		
<i>Fimbristylis ferruginea</i> (L.) Vahl.	*			
<i>Fimbristylis spadicea</i> (L.) Vahl			*	
<i>Flaveria linearis</i> Lag.	*	*	*	
<i>Flaveria trinervia</i> (Spreng.) C. Mohr		*		
<i>Fuirena simplex</i> Vahl			*	
<i>Fuirena simplex</i> Vahl var. <i>simplex</i>			*	
<i>Gomphrena serrata</i> L.	*	*		
<i>Gossypium hirsutum</i> L.	*	*		
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.				*
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.				*
<i>Haematoxylum campechianum</i> L.				*
<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose				*
<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.				*
<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray.				*
<i>Heliotropium curassavicum</i> L.		*		*
<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky.		*		*
<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	*			
<i>Ipomoea alba</i> L.		*		
<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.				*
<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	*			
<i>Ipomoea turbinata</i> Lag.				*
<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	*	*		
<i>Jacquemontia pentantha</i> G. Don				*
<i>Justicia carthagenensis</i> Jacq.		*		*
<i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Hook. & Arn.				*
<i>Lactuca intybacea</i> Jacq.	*	*		
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn		*	*	
<i>Lantana camara</i> L.				*
<i>Lantana involucrata</i> L.	*			
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit				*
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven.				*
<i>Lycium carolinianum</i> Walter.		*		
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.			*	*
<i>Malpighia lundellii</i> C. V. Morton.				*
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	*	*	*	*
<i>Manihot aesculifolia</i> (Kunth) Pohl.				*

Cuadro 9. Continuación

Espece	Duna Costera	Manglar	Peten	SBI
<i>Manilkara zapota</i> (L.) van Royen.			*	*
<i>Matelea lanceolata</i> (Decne.) Woodson.	*	*		
<i>Maytenus phyllanthoides</i> Benth.	*	*		
<i>Mecardonia procumbens</i> (Mill.) Small				*
<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small.	*	*		
<i>Melochia pyramidata</i> L.			*	*
<i>Merremia quinquefolia</i> (L.) Hallier f.				*
<i>Metastelma schlechtendalii</i> Decne.	*			
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	*	*	*	*
<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.				*
<i>Neea choriophylla</i> Standl.			*	*
<i>Okenia hypogaea</i> Schltld. & Cham.	*			
<i>Opuntia stricta</i> var. <i>dillenii</i> (Ker Gawl.) L.D. Benson	*			
<i>Oxycaryum cubense</i> (Poepp. & Kunth) Lye	*			
<i>Parmentiera millspaughiana</i> L.O. Williams				*
<i>Paspalum wrightii</i> Hitchc. & Chase.				*
<i>Passiflora foetida</i> L.	*	*	*	*
<i>Passiflora obovata</i> Killip.		*		
<i>Pentalinon andrieuxii</i> (Müll. Arg.) B.F. Hansen & Wunderlin			*	
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.			*	
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene		*	*	*
<i>Phyllanthus amarus</i> Schumach. & Thonn.		*		
<i>Physalis viscosa</i> L.		*		
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.				*
<i>Pithecellobium keyense</i> Britton ex Coker	*			*
<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.		*		
<i>Plumeria obtusa</i> L. var. <i>sericifolia</i> (Wright) Woodson.				*
<i>Portulaca oleracea</i> L.		*		*
<i>Psittacanthus mayanus</i> Standl. & Steyerm.				*
<i>Quadrella incana</i> (Kunth) Iltis & Cornejo	*	*		
<i>Randia longiloba</i> Hemsl.				*
<i>Rhabdadenia biflora</i> (Jacq.) Müller Argoviensis.				*
<i>Rhizophora mangle</i> L.		*	*	
<i>Rhynchospora colorata</i> (L.) H. Pfeiff.			*	*
<i>Rivina humilis</i> L.	*			
<i>Ruellia nudiflora</i> (Engelm. & A. Gray) Urb.				*
<i>Sagittaria lancifolia</i> L.				*

Cuadro 9. Continuación

Espece	Duna Costera	Manglar	Peten	SBI
<i>Salicornia bigelovii</i> Toor.	*	*		
<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	*	*		
<i>Schoenoplectus erectus</i> (Poir.) Palla ex. J. Raynal			*	
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	*	*		
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen.				*
<i>Sida acuta</i> Burm. f.		*	*	*
<i>Sida cordifolia</i> L.			*	
<i>Sida spinosa</i> L.		*		
<i>Sideroxylon americanum</i> (Miller) Pennington.	*			
<i>Solanum nigrum</i> L.		*	*	*
<i>Solanum tridynamum</i> Dunal				*
<i>Spermacoce confusa</i> Rendle				*
<i>Spermacoce verticillata</i> L.			*	*
<i>Sporobolus domingensis</i> (Trin.) Kunth.	*			
<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.	*	*		
<i>Struthanthus cassythoides</i> Millsp. ex Standl	*			
<i>Suaeda linearis</i> (Elliott) Moq.	*	*		
<i>Suriana maritima</i> L.	*	*		
<i>Tamonea curassavica</i> L.				*
<i>Tetramerium nervosum</i> Nees.				*
<i>Tetrapteryx seleriana</i> Nied.				*
<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schul.	*			
<i>Trianthema portulacastrum</i> L.		*		
<i>Tribulus cistoides</i> L.		*		
<i>Typha domingensis</i> Pers.				*
<i>Vachellia cornigera</i> (L.) Seigler & Ebinger				*
<i>Vachellia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger				*
<i>Varronia bullata</i> L.		*		
<i>Varronia bullata</i> subsp. <i>humilis</i> (Jacq.) Feuillet		*		
<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng. var. <i>dentata</i>				*
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.			*	*
<i>Waltheria indica</i> L.		*		*

Como resultado de los muestreos y las colectas, se registraron nueve especies que presentan endemismo o han sido consideradas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. De estas especies cuatro son endémicas de la porción biótica de la

Península de Yucatán, sin embargo, ninguna se encuentra registrada en alguna categoría de riesgo dentro de la Norma Oficial Mexicana antes mencionada. Las cinco especies restantes corresponden a cuatro especies de manglar, una de las cuales es una variedad. Estas especies de manglar no son endémicas pero se consideran bajo la categoría de amenazadas en la NOM-059 (Cuadro 10).

Cuadro 10. Especies vegetales que presentan endemismo o alguna categoría en la NOM-059.

Especie	Endemismo	Categoría NOM 059
<i>Ageratum gaumeri</i> B.L. Rob.	Endémica	Sin Categoría
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	No Endémica	Amenazada
<i>Cienfuegosia yucatanensis</i> Millsp.	Endémica	Sin Categoría
<i>Conocarpus erectus</i> L.	No Endémica	Amenazada
<i>Conocarpus erectus</i> L. var. <i>sericeus</i> Grisebach	No Endémica	Amenazada
<i>Cuphea gaumeri</i> Koehne	Endémica	Sin categoría
<i>Cuscuta yucatanana</i> Yunck.	Endémica	Sin categoría
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn	No Endémica	Amenazada
<i>Rhizophora mangle</i> L.	No Endémica	Amenazada

V.1.5 Estructura de la vegetación

En el área occidental de la de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán se encontraron cuatro tipos de vegetación y dos asociaciones vegetales. Los tipos de vegetación, distribuidos de la línea de costa hacia tierra adentro fueron el matorral de duna costera, el manglar que bordea toda la zona de la ciénaga, el peten el cual es de dos tipos, de selva y de manglar distribuidos en forma dispersa entre el manglar, la selva baja inundable que se presenta con diferentes extensiones y se encuentra en los límites extremos de la reserva y, por último, se encontró la asociación vegetal de tasistal, dominado por la palma *Acoelorrhaphes wrightii*. También se encontró la asociación vegetal conocida como tular, el cual se encuentra conformado por la especie *Typha domingensis*, en esta asociación vegetal no se realizaron transectos debido a que se presentan como pequeños manchones no mayores a 15 metros y donde domina por completo *T. domingensis*.

V.1.5.1 Matorral de duna costera

Este tipo de vegetación se localiza en los límites entre el manglar y la zona costera, en la porción norte de la reserva, presenta elementos tanto de manglar como de matorral de duna, ya que se van mezclando ambos tipos de vegetación dentro del polígono de la reserva. El estrato arbóreo presenta diámetros a la altura del pecho (DAP) promedio de 8.69 cm, áreas basales promedio de 27.29 cm², alturas promedio de 2 m y coberturas promedio de 7.17 m² (ver figura 5). Mientras que los valores de importancia (VI) más altos corresponden a *Conocarpus erectus* (72.17), *Avicennia germinans* (68.36), *Caesalpinia vesicaria* (27.39), *Pithecellobium keyense* (25.29) y *Scaevola plumierii* (22.68) (Cuadro 11). En tanto que, para el estrato herbáceo, la cobertura promedio fue de 523.65 cm² y la altura promedio fue de 48.98 cm. Los valores de importancia (VI) más altos corresponden a *Avicennia germinans* (33.43), *Salicornia bigelovii* (30.74), *Sesuvium portulacastrum* (27.49), *Bravaisia berlandieriana* (15.07), *Distichlis spicata* (13.28), *Batis marítima* (11.33) y *Opuntia stricta* (10.77) (Cuadro 12).

Cuadro 11. Parámetros estructurales del estrato arbóreo del matorral de duna costera reportados para la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. DAP: diámetro a la altura del pecho; A.B.: área basal; Fr: frecuencia; Dom: dominancia; Den: densidad; V.I.: valor de importancia.

Especie	Cobertura (m ²)	Altura (m)	DAP (cm)	A.B. (cm ²)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.
<i>Conocarpus erectus</i>	9.26	2.77	15.75	49.48	18.18	16.48	37.50	72.17
<i>Avicennia germinans</i>	9.29	2.56	15.38	48.30	27.27	16.09	25.00	68.36
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	9.58	3.00	13.50	42.41	9.09	14.13	4.17	27.39
<i>Pithecellobium keyense</i>	10.60	3.00	11.50	36.13	9.09	12.04	4.17	25.29
<i>Scaevola plumierii</i>	6.68	1.25	9.00	28.27	9.09	9.42	4.17	22.68
<i>Gossypium hirsutum</i>	6.20	1.77	7.67	24.09	4.55	8.02	6.25	18.82
<i>Laguncularia racemosa</i>	7.11	2.75	7.00	21.99	4.55	7.33	4.17	16.04
<i>Suriana maritima</i>	5.34	1.40	5.50	17.28	4.55	5.76	4.17	14.47
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	6.48	1.50	3.50	11.00	4.55	3.66	4.17	12.38
<i>Lycium carolinianum</i>	4.48	1.30	3.25	10.21	4.55	3.40	4.17	12.11
<i>Maytenus phyllantoides</i>	3.85	1.00	3.50	11.00	4.55	3.66	2.08	10.29

Cuadro 12. Parámetros estructurales del estrato herbáceo del matorral de duna costera reportados para la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

Especie	Cobertura (m²)	Altura (m)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.
<i>Avicennia germinans</i>	344.95	98.84	10.74	5.22	17.46	33.43
<i>Salicornia bigelovii</i>	201.41	44.45	9.92	3.05	17.78	30.74
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	242.59	18.90	11.57	3.67	12.70	27.94
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	211.01	106.67	3.31	3.19	8.57	15.07
<i>Distichlis spicata</i>	167.59	30.69	6.61	2.54	4.13	13.28
<i>Batis maritima</i>	156.63	42.00	5.79	2.37	3.17	11.33
<i>Opuntia stricta</i>	195.13	63.89	4.96	2.95	2.86	10.77
<i>Conocarpus erectus</i>	459.46	127.50	2.48	6.95	1.27	10.70
<i>Monanthochloe littoralis</i>	108.65	17.33	5.79	1.64	2.86	10.29
<i>Agave angustifolia</i>	247.57	95.78	3.31	3.75	2.86	9.91
<i>Trianthema portulacastrum</i>	227.84	42.00	2.48	3.45	3.49	9.42
<i>Acanthocereus pentagonus</i>	176.98	80.50	4.13	2.68	1.90	8.72
<i>Caesalpineia vesicaria</i>	384.85	67.33	1.65	5.83	0.95	8.43
<i>Rhizophora mangle</i>	259.44	91.67	2.48	3.93	1.90	8.31
<i>Fimbristylis spadicea</i>	147.89	19.30	1.65	2.24	3.17	7.07
<i>Cyperus ligularis</i>	184.10	60.40	2.48	2.79	1.59	6.85
<i>Maytenus phyllantoides</i>	199.36	59.17	1.65	3.02	1.90	6.58
<i>Malvaviscus arboreus</i>	244.52	63.33	1.65	3.70	0.95	6.31
<i>Gossypium hirsutum</i>	294.26	69.67	0.83	4.45	0.95	6.23
<i>Quadrella indica</i>	333.79	70.00	0.83	5.05	0.32	6.20
<i>Bonellia macrocarpa</i>	134.30	53.40	2.48	2.03	1.59	6.10
<i>Suriana maritima</i>	125.98	58.40	2.48	1.91	1.59	5.97
<i>Hymenocallis americana</i>	245.83	54.33	0.83	3.72	0.95	5.50
<i>Selenicereus donkelaarii</i>	226.33	23.33	0.83	3.43	0.95	5.20
<i>Bidens pilosa</i>	158.91	25.00	1.65	2.41	0.95	5.01
<i>Alternanthera flavescens</i>	125.93	26.33	1.65	1.91	0.95	4.51
<i>Ambrosia hispida</i>	144.51	22.50	1.65	2.19	0.63	4.48
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	219.91	10.00	0.83	3.33	0.32	4.47
<i>Lactuca intybacea</i>	106.81	43.50	1.65	1.62	0.63	3.90
<i>Pithecellobium keyense</i>	166.50	40.00	0.83	2.52	0.32	3.66
<i>Laguncularia racemosa</i>	163.36	73.00	0.83	2.47	0.32	3.62

V.1.5.2 Manglar

Éste se encuentra bordeando ambos lados de la ciénega y se adentra tierra adentro aproximadamente un kilómetro. Particularmente en la zona, solamente presenta un estrato arbóreo ya que los estratos arbustivo y herbáceo son nulos debido a las constantes inundaciones de agua salobre a la que se encuentran expuestos los manglares. En ciertas zonas del manglar se pueden encontrar elementos de selva baja inundable y de matorral de duna, debido a que en sus límites colinda con estos tipos de vegetación. Para el manglar el estrato arbóreo presenta un DAP promedio de 7.16 cm, áreas basales promedio de 22.5 cm², alturas promedio de 3.74 m y coberturas promedio de 11.27 m² (ver figura 5). Los V.I. más altos corresponden a *Avicennia germinans* (56.35), *Conocarpus erectus* (40), *Rhizophora mangle* (28.84) y *Laguncularia racemosa* (27.2) (Cuadro 13).

Cuadro 13. Parámetros estructurales del estrato arbóreo del manglar reportados para la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. Donde: DAP: diámetro a la altura del pecho; A.B.: área basal; Fr: frecuencia; Dom: dominancia; Den: densidad; V.I.: valor de importancia.

Especie	Cobertura (m ²)	Altura (m)	DAP (cm)	A.B. (cm ²)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.
<i>Avicennia germinans</i>	13.17	4.23	7.91	24.86	16.98	7.37	32.00	56.35
<i>Conocarpus erecta</i>	15.65	5.35	10.16	31.92	13.21	9.46	17.33	40.00
<i>Rhizophora mangle</i>	12.62	4.38	7.36	23.13	11.32	6.85	10.67	28.84
<i>Laguncularia racemosa</i>	11.58	4.44	7.63	23.97	9.43	7.10	10.67	27.20
<i>Cordia sebestena</i>	11.91	4.50	7.89	24.79	9.43	7.35	8.00	24.78
<i>Pithecellobium keyense</i>	12.92	4.56	7.91	24.85	7.55	7.36	6.00	20.91
<i>Metopium brownei</i>	10.08	3.83	7.35	23.09	9.43	6.84	4.00	20.27
<i>Gymnanthes lucida</i>	13.88	5.33	11.73	36.86	3.77	10.92	2.00	16.69
<i>Sabal yapa</i>	11.26	3.00	7.83	24.61	3.77	7.29	2.00	13.06
<i>Sideroxylon americanum</i>	7.26	3.00	6.40	20.11	3.77	5.96	2.67	12.40
<i>Ficus cotinifolius</i>	12.96	4.50	8.85	27.80	1.89	8.24	1.33	11.46
<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i>	7.85	3.00	6.90	21.68	1.89	6.42	0.67	8.98
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	9.03	2.00	2.50	7.85	3.77	2.33	1.33	7.43
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	11.00	2.00	4.00	12.57	1.89	3.72	0.67	6.28
<i>Gossypium hirsutum</i>	7.85	2.00	3.00	9.42	1.89	2.79	0.67	5.34

V.1.5.3 Peten de Manglar y de Selva

En la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, se encontraron petenes distribuidos a lo largo de la ciénaga y en contacto con el manglar y la selva baja inundable, que presentan diferentes extensiones y, según Durán (1987), estructuralmente pueden ser de dos tipos dependiendo de las especies presentes, peten de manglar (dominancia de especies de mangle, e.g. *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*) y peten de selva (presencia de elementos de selva mediana subperennifolia, e.g. *Manilkara sapota*, *Metopium brownei*). Los petenes de manglar son más frecuentes a lo largo de la ciénaga mientras que los petenes de selva son más frecuentes cercanos a la selva baja inundable. Para los petenes de manglar, el estrato arbóreo presenta DAP promedio de 34.24 cm, áreas basales promedio de 107.56 cm², alturas promedio de 6.08 m y coberturas promedio de 19.3 m² (ver figura 5). Los V.I. más altos corresponden a *Laguncularia racemosa* (91.63), *Conocarpus erectus* (62.47), *Avicennia germinans* (82.31) y *Rhizophora mangle* (63.59) (Cuadro 14), debido a las inundaciones frecuentes, particularmente este tipo de peten en la zona de estudio no presenta estratos arbustivo ni herbáceo.

Los petenes de selva presentan dos estratos, el arbóreo y el arbustivo. El estrato arbóreo, presenta un DAP promedio de 11.68 cm, áreas basales promedio de 36.68 cm², alturas promedio de 5.31 m y coberturas promedio de 12.82 m² (ver figura 5). Los V.I. más altos corresponden a *Conocarpus erectus* (42.83), *Ficus cotinifolia* (31.37), *Avicennia germinans* (29.3), *Metopium brownei* (26.76), *Manilkara sapota* (25.76) y *Sabal yapa* (25.26) (cuadro 15). El estrato arbustivo presenta alturas promedio de 1.13 m y coberturas promedio de 6.3 m² (ver figura 5). Los V.I. más altos corresponden a *Bravaisia berlandieriana* (115.26), *Acrostichum danaeifolium* (59.6), *Sabal yapa* (50.21) y *Solanum nigrum* (40.24) (Cuadro 16).

Cuadro 14. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de petenes de manglar reportados para la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. Donde: DAP: diámetro a la altura del pecho; A.B.: área basal; Fr: frecuencia; Dom: dominancia; Den: densidad; V.I.: valor de importancia.

Espece	Cobertura (m ²)	Altura (m)	DAP (cm)	A.B. (cm ²)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.
<i>Laguncularia racemosa</i>	18.44	4.78	30.03	94.33	25.00	21.93	44.71	91.63
<i>Conocarpus erecta</i>	20.42	5.15	35.20	110.58	25.00	25.70	11.76	62.47
<i>Avicennia germinans</i>	19.67	8.70	41.43	130.17	25.00	30.26	27.06	82.31
<i>Rhizophora mangle</i>	18.68	5.71	30.29	95.15	25.00	22.11	16.47	63.59

Cuadro 15. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de petenes de selva reportados para la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. Donde: DAP: diámetro a la altura del pecho; A.B.: área basal; Fr: frecuencia; Dom: dominancia; Den: densidad; V.I.: valor de importancia.

Espece	Cobertura (m ²)	Altura (m)	DAP (cm)	A.B. (cm ²)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.
<i>Conocarpus erectus</i>	11.35	5.60	12.70	39.90	9.09	7.77	25.97	42.83
<i>Ficus cotinifolia</i>	21.83	6.80	25.80	81.05	9.09	15.78	6.49	31.37
<i>Avicennia germinans</i>	13.12	6.10	11.80	37.07	9.09	7.22	12.99	29.30
<i>Metopium brownei</i>	9.34	4.78	9.78	30.72	9.09	5.98	11.69	26.76
<i>Manilkara sapota</i>	22.78	9.50	23.00	72.26	9.09	14.07	2.60	25.76
<i>Sabal yapa</i>	9.71	5.86	11.57	36.35	9.09	7.08	9.09	25.26
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	6.11	2.06	2.94	9.25	9.09	1.80	11.69	22.58
<i>Coccus nucifera</i>	23.56	6.00	20.00	62.83	4.55	12.24	1.30	18.08
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	8.64	3.10	8.20	25.76	4.55	5.02	6.49	16.06
<i>Annona glabra</i>	11.00	7.50	14.00	43.98	4.55	8.56	2.60	15.71
<i>Leucaena leucocephala</i>	9.42	6.00	4.00	12.57	9.09	2.45	2.60	14.14
<i>Rhizophora mangle</i>	14.14	7.00	8.67	27.23	4.55	5.30	3.90	13.74
<i>Bonellia flammea</i>	3.53	1.00	6.00	18.85	4.55	3.67	1.30	9.51
<i>Crescentia cujete</i>	14.92	3.00	5.00	15.71	4.55	3.06	1.30	8.90

Cuadro 16. Parámetros estructurales del estrato arbustivo de petenes de selva reportados para la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

Especie	Cobertura (m²)	Altura (m)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	4.81	1.13	33.33	15.26	66.67	115.26
<i>Acrostichum danaeifolium</i>	11.78	1.5	16.67	37.38	5.56	59.60
<i>Sabal yapa</i>	7.07	2.0	16.67	22.43	11.11	50.21
<i>Solanum nigrum</i>	3.93	0.5	16.67	12.46	11.11	40.24
<i>Cynodon dactylon</i>	3.93	0.5	16.67	12.47	5.56	34.69

V.1.5.4 Selva Baja Inundable

Este tipo de vegetación se encuentra hacia el sur, en los límites de la reserva y se presenta como manchones que ocupan diferentes superficies, se encuentra sujeta a inundaciones periódicas debido a la temporada de lluvias. En la selva baja inundable se pueden encontrar pequeños manchones de tular (dominancia de *Typha domingensis*). Existen dos estratos bien definidos, el arbóreo y el herbáceo. El estrato arbóreo presenta una DAP promedio de 14.23 cm, áreas basales promedio de 44.69 cm², alturas promedio de 4.61 m y coberturas promedio de 11.79 m² (ver figura 5). Los V.I. más altos corresponden a *Haematoxylon campechianum* (50.23), *Crescentia cujete* (36.96), *Havardia albicans* (20.42), *Vitex gaumeri* (19.88), *Bursera simaruba* (19.79), *Metopium brownei* (18.99) y *Erythrina standleyana* (17.57) (Cuadro 17). El estrato arbustivo presenta alturas promedio de 50 cm y coberturas promedio de 185.94 cm² (ver figura 5). Los VI más altos corresponden a *Solanum nigrum* (18.69), *Sporobolus pyramidatus* (13.54), *Ipomoea carnea* (12.83), *Plumeria obtusa* (12.34) y *Cienfuegosia yucatanensis* (11.77) (Cuadro 18).

Cuadro 17. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la selva baja inundable reportada para la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. Donde: DAP: diámetro a la altura del pecho; A.B.: área basal; Fr: frecuencia; Dom: dominancia; Den: densidad; V.I.: valor de importancia.

Especie	Cobertura (m²)	Altura (m)	DAP (cm)	A.B. (cm²)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.
<i>Haematoxylon campechianum</i>	11.41	4.07	13.97	43.88	15.56	5.78	28.90	50.23
<i>Crescentia cujete</i>	10.58	3.90	11.23	35.28	15.56	4.64	16.76	36.96
<i>Havardia albicans</i>	14.61	5.75	19.27	60.54	6.67	7.97	5.78	20.42
<i>Vitex gaumeri</i>	12.80	5.65	17.97	56.47	6.67	7.43	5.78	19.88
<i>Bursera simaruba</i>	11.85	8.53	12.28	38.59	7.78	5.08	6.94	19.79
<i>Metopium brownei</i>	16.81	5.45	21.20	66.60	4.44	8.77	5.78	18.99
<i>Erythrina standleyana</i>	9.11	3.40	9.70	30.47	7.78	4.01	5.78	17.57
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	12.57	3.67	26.00	81.68	3.33	10.75	1.73	15.82
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	14.08	5.29	13.07	41.07	5.56	5.41	4.05	15.01
<i>Piscidia piscipula</i>	15.99	4.71	14.71	46.23	4.44	6.08	4.05	14.58
<i>Vachiella pennatula</i>	14.79	4.50	13.83	43.46	4.44	5.72	3.47	13.63
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	12.11	4.58	7.83	24.61	6.67	3.24	3.47	13.37
<i>Jatropha gaumeri</i>	9.71	3.57	8.00	25.13	5.56	3.31	4.05	12.91
<i>Bonellia flammea</i>	7.85	7.00	21.00	65.97	1.11	8.68	0.58	10.37
<i>Agave angustifolia</i>	5.50	1.50	19.00	59.69	1.11	7.86	0.58	9.55
<i>Diphyssa carthagenensis</i>	7.26	2.75	6.75	21.21	2.22	2.79	1.16	6.17
<i>Randia longiloba</i>	13.35	4.00	6.00	18.85	1.11	2.48	1.16	4.75

Cuadro 18. Parámetros estructurales del estrato arbustivo de la selva baja inundable reportada para la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. Donde: Fr: frecuencia; Dom: dominancia; Den: densidad; V.I.: valor de importancia.

Especie	Cobertura (m²)	Altura (m)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.
<i>Solanum nigrum</i>	207.47	48.63	7.19	2.86	8.64	18.69
<i>Sporobolus pyramidatus</i>	155.98	39.67	4.58	2.15	6.82	13.54
<i>Ipomoea carnea</i>	283.39	72.18	3.92	3.91	5.00	12.83
<i>Plumeria obtusa</i>	379.80	78.14	3.92	5.24	3.18	12.34
<i>Cienfuegosia yucatanensis</i>	140.53	38.46	3.92	1.94	5.91	11.77
<i>Haematoxylon campechianum</i>	265.46	68.44	3.92	3.66	4.09	11.67
<i>Sida acuta</i>	173.89	39.20	4.58	2.40	4.55	11.52
<i>Cuphea gaumeri</i>	147.26	33.00	3.92	2.03	4.55	10.50

Cuadro 18. Continuación

Especie	Cobertura (m²)	Altura (m)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.
<i>Justicia carthagenensis</i>	209.31	31.00	3.92	2.89	3.64	10.44
<i>Cyperus compressus</i>	198.48	52.43	3.27	2.74	3.18	9.19
<i>Ruellia nudiflora</i>	197.36	29.43	2.61	2.72	3.18	8.52
<i>Amoreuxia wrightii</i>	172.92	55.50	3.27	2.38	2.73	8.38
<i>Nopalea gaumeri</i>	162.18	32.17	3.27	2.24	2.73	8.23
<i>Croton humilis</i>	174.58	54.86	2.61	2.41	3.18	8.20
<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	187.08	52.40	3.27	2.58	2.27	8.12
<i>Paspalum wrightii</i>	224.78	48.20	2.61	3.10	2.27	7.99
<i>Jatropha gaumeri</i>	271.28	73.20	1.96	3.74	2.27	7.97
<i>Metopium brownei</i>	243.08	56.25	2.61	3.35	1.82	7.78
<i>Euphorbia hypericifolia</i>	169.38	41.83	2.61	2.34	2.73	7.68
<i>Rhynchospora colorata</i>	117.81	48.33	3.27	1.62	2.73	7.62
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	269.00	87.50	1.96	3.71	1.82	7.49
<i>Tamonea curassavica</i>	153.41	23.67	2.61	2.12	2.73	7.46
<i>Bravaisia tubiflora</i>	215.00	58.50	1.96	2.96	1.82	6.74
<i>Ludwigia octovalvis</i>	87.96	24.17	2.61	1.21	2.73	6.55
<i>Vachiella cornigera</i>	231.69	45.67	1.96	3.20	1.36	6.52
<i>Commelina diffusa</i>	158.96	33.00	1.96	2.19	2.27	6.43
<i>Crescentia cujete</i>	194.26	58.33	1.96	2.68	1.36	6.00
<i>Herissantia crispa</i>	167.49	40.75	1.31	2.31	1.82	5.43
<i>Typha domingensis</i>	144.78	95.33	1.96	2.00	1.36	5.32
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	284.31	60.00	0.65	3.92	0.45	5.03
<i>Rhabdadenia biflora</i>	189.28	54.50	1.31	2.61	0.91	4.83
<i>Selenicereus donkelaarii</i>	179.07	31.50	1.31	2.47	0.91	4.69
<i>Erythrina standleyana</i>	169.25	34.00	1.31	2.33	0.91	4.55
<i>Spermacoce verticillata</i>	54.45	23.00	1.96	0.75	1.36	4.08
<i>Piscidia piscipula</i>	188.50	85.00	0.65	2.60	0.45	3.71
<i>Angelonia angustifolia</i>	156.29	40.00	0.65	2.16	0.45	3.26
<i>Opuntia stricta</i>	153.94	60.00	0.65	2.12	0.45	3.23
<i>Werdelia hispida</i>	61.26	14.50	1.31	0.84	0.91	3.06
<i>Bursera simaruba</i>	110.74	89.00	0.65	1.53	0.45	2.64

V.1.5.5 Tasistal y Tular

Estas asociaciones vegetales se caracterizan por tener una especie dominante y es generalmente ésta la que le confiere el nombre a la asociación (Flores y Espejel, 1994). El tular se encuentra en pequeños manchones de menos de 15 metros de área donde sólo se encuentra la especie *Typha domingensis* con alturas entre uno a dos metros. Por otro lado, en el tasistal se encontraron solamente tres especies, siendo dominante la palma *Acoelorrhaphe wrightii* con un V.I. de 118.3, las otras dos especies son *Cladium jamaicense* y *Rhynchospora colorata*, las alturas en esta asociación vegetal se encuentran entre 50 cm y 1.98 m y las coberturas entre 1.74 y 6.85 m² (Cuadro 19).

Cuadro 19. Parámetros estructurales del tasistal reportado para la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. Donde: DAP: diámetro a la altura del pecho; A.B.: área basal; Fr: frecuencia; Dom: dominancia; Den: densidad; V.I.: valor de importancia.

Especie	Cobertura (m ²)	Altura (m)	DAP (cm)	A.B. (cm ²)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	5.50	1.98	7.54	23.69	33.33	39.02	45.95	118.30
<i>Cladium jamaicense</i>	6.85	1.59	-	-	33.33	48.65	29.73	111.71
<i>Rhynchospora colorata</i>	1.74	0.49	-	-	33.33	12.33	24.32	69.98

El peten de manglar es la comunidad vegetal con mayor DAP, área basal y cobertura (Figura 5).

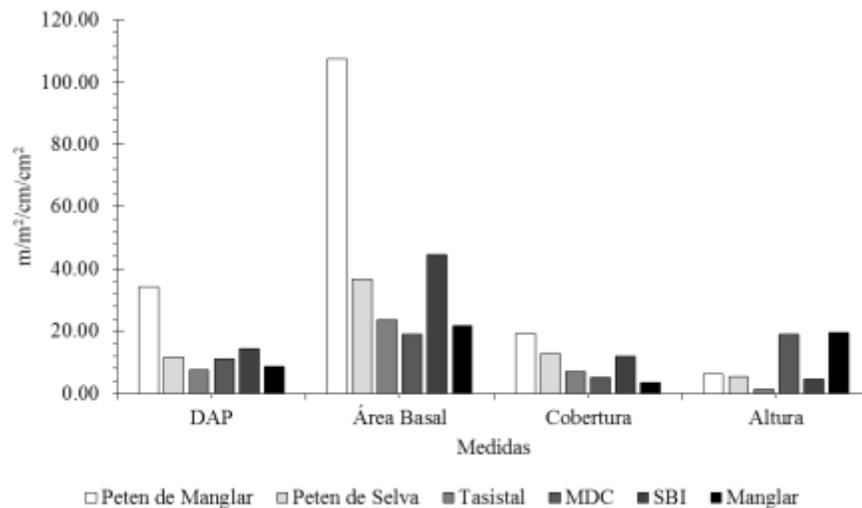


Figura 5. Medidas de DAP (cm), área basal (cm²), cobertura (m²) para los estratos arbóreo y herbáceo promedio por tipo de vegetación encontradas en la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

V.2 Hongos micorrizógenos arbusculares

V.2.1 Esporas

A lo largo del desarrollo de este proyecto se colectó suelo de la rizósfera de 67 especies vegetales identificadas y herborizadas que proceden del humedal que forma parte de la reserva estatal “Ciénagas y manglares de la costa norte de Yucatán”, se montaron 121 macetas de propagación, una por muestra de suelo rizosférico y a partir de las muestras de suelo rizosférico de campo y de las macetas de propagación se aislaron las esporas de los hongos micorrizógenos arbusculares, las que corresponden a 24 especies. Estas especies pertenecen al Reino Fungi, División Glomeromycota, Clase Glomeromycetes, a tres órdenes: Diversisporales, Glomerales y Paraglomerales, cinco familias: Acaulosporaceae, Diversisporaceae, Gigasporaceae, Glomeraceae y Paraglomeraceae y nueve Géneros: *Acaulospora*, *Entrophospora*, *Diversispora*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Paraglomus*, *Racocetra*, *Sclerocystis* y *Scutellospora* (Cuadro 20).

98 ejemplares de hongos micorrizógenos arbusculares fueron depositados en el herbario de la Universidad de Tlaxcala (TLXM)

El matorral de dunas costeras y el manglar tuvieron el mayor número de especies, 22 en cada uno, mientras en en selva baja inundable hubo 13 especies y en tasistales y tulares sólo 12; seis de las 25 especies encontradas en la reserva se presentaron en todos los tipos de vegetación y solamente una, *Scutellospora arenícola* fue exclusiva para matorral de dunas costeras (Cuadro 21).

V.2.2 Estatus micorrícico

Los ecosistemas costeros de dunas, manglar, peten, tasistal y selva baja inundable que se incluyen en la reserva estatal “Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán” presentan un alto número de especies vegetales con asociaciones micorrícicas arbusculares en sus sistemas radicales (90%). Se realizó la cuantificación del porcentaje de colonización micorrícico total de 333 raíces pertenecientes a 35 familias, 38 géneros y 38 especies vegetales presentes en dichos sistemas (Cuadro 22).

Cuadro 20. Listado de especies de hongos micorrizógenos arbusculares presentes en la reserva estatal “Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

Orden	Familia	Género	Especie, autor	
Diversisporales	Acaulosporaceae	<i>Acaulospora</i>	<i>Acaulospora kentinensis</i> (C.G. Wu & Y.S. Liu) Kaonongbua, J.B. Morton & Bever	
			<i>Acaulospora mellea</i> Spain & N.C. Schenck	
			<i>Acaulospora morrowiae</i> Spain & N.C. Schenck	
			<i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe	
			<i>Acaulospora spinosa</i> C. Walker & Trappe	
			<i>Entrophospora</i>	<i>Entrophospora infrequens</i> (C.M. Pfeiff., C. Walker & Bloss) C. Walker & A. Schüßler
		Diversisporaceae	<i>Diversispora</i>	<i>Diversispora spurca</i> (C.M. Pfeiff., C. Walker & Bloss) C. Walker & A. Schuessler
		Gigasporaceae	<i>Gigaspora</i>	<i>Gigaspora candida</i> Bhattacharjee, Mukerji, J.P.Tewari & Skoropad
	<i>Racocetra</i>		<i>Racocetra gregaria</i> (N.C. Schenck & T.H. Nicolson) Oehl, F. A. Souza & Sieverd.	
			<i>Racocetra weresubiae</i> (Koske & C. Walker) Oehl, F.A. Souza & Sieverd.	
		<i>Scutellospora</i>	<i>Scutellospora arenicola</i> Koske & Halvorson	
Glomerales	Glomeraceae	<i>Glomus</i>	<i>Glomus clarioideum</i> N. C. Schenck & G. S. Sm.	
			<i>Glomus constrictum</i> Trappe	
			<i>Glomus etunicatum</i> W.N. Becker & Gerd.	
			<i>Glomus fasciculatum</i> (Thaxt.) Gerd. & Trappe	
			<i>Glomus geosporum</i> (T.H. Nicolson & Gerd.) C. Walker	
			<i>Glomus globiferum</i> Koske & C. Walker	
			<i>Glomus macrocarpum</i> Tul. & Tul.	
			<i>Glomus microcarpum</i> Tul. & Tul.	
			<i>Glomus minutum</i> Blaszk., Tadych & Madej	
			<i>Glomus mosseae</i> (T.H. Nicolson & Gerd.) Gerd. & Trappe	
		<i>Sclerocystis</i>	<i>Sclerocystis rubiformis</i> Gerd. & Trappe	
			<i>Sclerocystis sinuosa</i> Gerd. & B.K. Bakshi	
Paraglomerales	Paraglomeraceae	<i>Paraglomus</i>	<i>Paraglomus occultum</i> (C. Walker) J.B. Morton & D. Redecker	

Cuadro 21. Distribución de las especies de hongos micorrizógenos arbusculares recolectados e identificados por unidad vegetal.

Espece	Duna costera (matorral)	Manglar	Selva baja inundable	Tasistal
<i>Acaulospora kentinensis</i> (C.G. Wu & Y.S. Liu) Kaonongbua, J.B. Morton & Bever	*	*	*	*
<i>Acaulospora mellea</i> Spain & N.C. Schenck	*	*	*	
<i>Acaulospora morrowiae</i> Spain & N.C. Schenck			*	
<i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe	*	*	*	*
<i>Acaulospora spinosa</i> C. Walker & Trappe	*			
<i>Entrophospora infrequens</i> (C.M. Pfeiff., C. Walker & Bloss) C. Walker & A. Schüßler				
<i>Diversispora spurca</i> (C.M. Pfeiff., C. Walker & Bloss) C. Walker & A. Schuessler	*	*		
<i>Gigaspora candida</i> Bhattacharjee, Mukerji, J.P.Tewari & Skoropad	*	*		
<i>Glomus claroideum</i> N. C. Schenck & G. S. Sm.	*	*	*	*
<i>Glomus constrictum</i> Trappe	*	*		*
<i>Glomus etunicatum</i> W.N. Becker & Gerd.	*	*	*	*
<i>Glomus fasciculatum</i> (Thaxt.) Gerd. & Trappe	*	*	*	*
<i>Glomus geosporum</i> (T.H. Nicolson & Gerd.) C. Walker	*	*	*	*
<i>Glomus globiferum</i> Koske & C. Walker	*	*		*
<i>Glomus macrocarpum</i> Tul. & Tul.	*	*		*
<i>Glomus microcarpum</i> Tul. & Tul.	*	*		*
<i>Glomus minutum</i> Blaszk., Tadych & Madej	*	*		
<i>Glomus mosseae</i> (T.H. Nicolson & Gerd.) Gerd. & Trappe	*	*		
<i>Paraglomus occultum</i> (C. Walker) J.B. Morton & D. Redecker	*	*	*	
<i>Racocetra gregaria</i> (N.C. Schenck & T.H. Nicolson) Oehl, F. A. Souza & Sieverd.	*	*		
<i>Racocetra weresubiae</i> (Koske & C. Walker) Oehl, F.A. Souza & Sieverd.	*	*		
<i>Sclerocystis rubiformis</i> Gerd. & Trappe		*	*	*
<i>Sclerocystis sinuosa</i> Gerd. & B.K. Bakshi	*	*		
<i>Scutellospora arenicola</i> Koske & Halvorson	*			

Cuadro 22. Estatus micorrícico cuantificado como porcentaje promedio (\pm e.e.) de colonización micorrícica arbuscular de cada estructura fúngica (hifas, vesículas, esporas, arbuscúlos y ovillos) y % total de colonización de especies vegetales características del área occidental de la Reserva Estatal "Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán".

Especie	Familia	Hifas	Vesículas	Esporas	Arbuscúlos	Ovillos	% TOTAL
<i>Alternanthera flavescens</i> Kunth	Amaranthaceae	23.729	3.390	0	0	0	23.729
<i>Amaranthus arenicola</i> I. M. Johnst.	Amaranthaceae	15.152 \pm 15.152	5.051 \pm 5.051	0	0	0	15.152 \pm 15.152
<i>Ambrosia hispida</i> Pursh.	Asteraceae	23.604 \pm 7.833	2.055 \pm 1.282	0	0	1.551 \pm 0.843	24.679 \pm 7.289
<i>Angelonia angustifolia</i> Benth.	Plantaginaceae	20.176 \pm 7.464	11.411 \pm 4.365	1.895 \pm 1.181	0	2.447 \pm 1.124	26.123 \pm 7.236
<i>Atriplex tampicensis</i> Standl.	Amaranthaceae	79.245 \pm 7.863	13.208 \pm 2.699	3.774 \pm 0.926	1.887	0	79.2453 \pm 9.636
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	Acanthaceae	14.858 \pm 4.549	3.734 \pm 2.069	1.367 \pm 0.947	0	0	15.627 \pm 4.426
<i>Batis maritima</i> L.	Bataceae	0.543 \pm 0.543	4.989 \pm 4.178	1.902 \pm 1.902	0	0	5.261 \pm 4.447
<i>Bulbostylis juncooides</i> (Vahl) Kük. ex Herter	Cyperaceae	0.772 \pm 0.397	0	0	0	0	0.771 \pm 0.396
<i>Cakile edentula</i> (Bigelow) Hook.	Brassicaceae	1.471	8.824	1.471	0	0	10.294
<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Fabaceae	43.814 \pm 9.948	16.157 \pm 14.471	6.411 \pm 5.636	0	0	43.814 \pm 9.948
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Poaceae	69.929 \pm 2.772	17.457 \pm 9.516	5.785 \pm 2.266	0	0	72.003 \pm 2.172
<i>Chloris ciliata</i> Sw.	Poaceae	19.523 \pm 5.826	0.992 \pm 0.499	0	0	0	19.523 \pm 5.826
<i>Conocarpus erectus</i> L. var. <i>sericeus</i> Grisebach	Combretaceae	77.143	31.429	0	0	0	80
<i>Croton punctatus</i> Jacq.	Euphorbiaceae	55.283 \pm 27.098	33.038 \pm 16.105	0	0	3.322 \pm 2.612	58.538 \pm 25.438
<i>Cuphea gaumeri</i> Koehne	Lythraceae	52.472 \pm 10.772	17.306 \pm 6.559	0	1.667 \pm 1.667	0	56.037 \pm 11.1
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Poaceae	76.63 \pm 4.304	18.731 \pm 8.632	0	0	0	77.127 \pm 4.793
<i>Distichlis spicata</i> (L.) E. Greene.	Poaceae	62.753 \pm 29.975	26.287 \pm 22.006	9.886 \pm 8.392	0	0	63.749 \pm 29.563
<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae	73.104 \pm 8.086	49.819 \pm 11.407	6.177 \pm 2.605	0.939 \pm 0.939	2.682 \pm 2.682	73.104 \pm 8.086

Cuadro 22. Continuación

Especie	Familia	Hifas	Vesículas	Esporas	Arbúsculos	Ovillo	% TOTAL
<i>Fimbristylis spadicea</i> (L.) Vahl	Cyperaceae	71.356±4.419	1.745±0.93	1.767±0.934	0	0	71.356±4.419
<i>Flaveria linearis</i> Lag.	Asteraceae	54.522±10.712	15.347±4.512	4.033±2.142	0	0	56.604±10.819
<i>Fuirena simplex</i> Vahl var. <i>simplex</i>	Cyperaceae	1.818±0.033	0	0.925±0.925	0	0	2.744±0.958
<i>Gomphrena serrata</i> L.	Amaranthaceae	0.03	0.03	0	0	0	4.545
<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	Boraginaceae	39.01±7.192	21.857±4.519	8.956±5.468	0	0	47.586±9.14
<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Amaranthaceae	26.249±6.715	1.357±0.09	0.000	0	0	26.754±6.364
<i>Justicia carthagenensis</i> Jacq.	Acanthaceae	0.775±0.775	0.775±0.775	0.641±0.641	0	0	1.416±0.718
<i>Lactuca intybacea</i> Jacq.	Asteraceae	48.62±7.986	4.796±2.398	3.658±2.963	0	0	49.103±7.843
<i>Mecardonia procumbens</i> (Mill.) Small	Plantaginaceae	72.110±13.028	50.685±4.661	7.956±2.789	1.111±1.111	4.762±4.762	105.501±27.407
<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small.	Asteraceae	63.115±21.585	33.322±11.327	3.280±1.894	0	4.483±3.491	63.115±21.585
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	Verbenaceae	6.428±3.915	0.490±0.49	0.98±0.98	0	0	6.918±4.083
<i>Rhizophora mangle</i> L.	Rhizophoraceae	4.225±1.707	0	0	0	0	4.225±1.707
<i>Rhynchospora colorata</i> (L.) H. Pfeiff.	Cyperaceae	66.098±4.852	33.242±4.072	8.354±1.803	0.952±0.952	0	52.461±12.251
<i>Rivina humilis</i> L.	Phytolaccaceae	30.726±11.883	7.471±7.471	0	0	0	30.726±11.883
<i>Salicornia bigelovii</i> Toor.	Amaranthaceae	3.680±2.667	2.083±2.083	0	0	0	3.68±2.667
<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.	Goodeniaceae	22.973	68.919	1.351	0	0	70.270
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Aizoaceae	2.222	6.667	0	0	0	8.889
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Malvaceae	83.618±6.815	58.434±8.657	11.529±2.195	0	7.789±5.784	89.260±3.909
<i>Sida cordifolia</i> L.	Malvaceae	69.462±11.328	39.888±10.837	7.766±3.73	0	0.000	69.462±11.328
<i>Suriana maritima</i> L.	Surianaceae	7.143	7.143	0	0	0	10

VI. DISCUSIÓN

En este informe se presentan los resultados del trabajo realizado a lo largo de dos años, durante el cual se realizaron 78 salidas al campo que permitieron la colecta de 2272 ejemplares vegetales de 186 especies y cinco infraespecies, ubicadas geográficamente en cuatro unidades de vegetación del área occidental de la Reserva Estatal "Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán" que incluyen vegetación de dunas costeras, manglares, petenes de manglar y de selva mediana subcaducifolia, tasistales y selva baja inundable, que van de acuerdo a los tipos y asociaciones vegetales reportados por Flores y Espejel (1994) y Carnevali *et al.* (2010), para las zonas costeras. Estos sistemas de vegetación contienen una riqueza de especies importantes, entre las que destacan cuatro especies endémicas a la región y cinco que en términos generales se consideran como amenazadas debido a que las actividades humanas y fenómenos naturales como los huracanes han puesto sus poblaciones en riesgo en México, como se estipula en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los sistemas vegetales de este humedal se consideran poco perturbados, ya que uno de los indicadores de perturbación, las especies invasoras es bajo (nueve especies) y aún no abarca extensas áreas en la zona, mientras el número de especies clave, que son fundamentales para el mantenimiento y funciones de los sistemas es alto (32 especies). En cuanto al aspecto florístico, las especies colectadas corresponden a la mayoría de las especies vegetales reportadas para la zona costera (Carnevali *et al.* 2010). Algunas especies presentes que son indicadoras de perturbación, como *Leucaena leucocephala*, nos puede indicar que existe un grado no muy alto de alteración, debido a que esta especie no es muy abundante en la zona y no presenta zonas extensas de distribución. Sin embargo, encontrar algunos individuos de *Cocos nucifera* en un petén (no se pudo colectar por no tener estructuras reproductivas), especie introducida para la producción de aceite y copra de coco, nos puede estar indicando que existe una etapa temprana de colonización de esta especie fuera de las áreas de producción, esto quizás se deba a que *C. nucifera* es una especie con un alto porcentaje de sobrevivencia y establecimiento en la zona costera, el cual es su hábitat natural de distribución.

Por otro lado, los valores de importancia de las especies vegetales reportadas para cada tipo de vegetación, nos indican que la vegetación de la zona presenta una estructura conservada. Tanto la duna costera como el manglar y la selva baja inundable, aunque existen perturbaciones humanas, como las casas habitación (duna costera), granjas de camarones (manglar y matorral de duna costera) y una incipiente ganadería y agricultura (selva baja inundable), estas actividades no afectan, por el momento, grandes extensiones de cada tipo de vegetación donde se desarrollan, sin embargo, es necesario monitorear el crecimiento de estas actividades y las posibles repercusiones a futuro, tanto de la florística y la estructura de la vegetación costera, de manera muy particular para la duna costera, la cual es más susceptible a sufrir fragmentaciones por la construcción de casas habitación, afectando las interacciones entre la vegetación y la fauna.

Por su parte, la vegetación de petén, estructural y florísticamente, se encuentran conservados, sin embargo, la presencia de una especie introducida (*C. nucifera*) nos puede indicar que este tipo de vegetación puede sufrir a futuro una invasión de esta especie, por lo tanto es recomendable darle seguimiento a la presencia de *C. nucifera* en estos ambientes particulares de la zona costera.

En el caso de los hongos micorrizógenos, el proceso de obtención de resultados es más lento debido a la necesidad de multiplicar las esporas requeridas para la identificación taxonómica de las especies y para elaborar los materiales de referencia en óptimas condiciones para su ingreso a herbario, no obstante, durante este último semestre de desarrollo del proyecto se logró el aislamiento de 24 especies de hongos micorrizógenos arbusculares de la rizósfera de 67 especies vegetales identificadas, ello a partir de 191 muestras de suelo de macetas de propagación; mientras que se cuantificó el porcentaje total de colonización de 333 muestras de raíces pertenecientes a 78 especies de plantas del sistema lagunar. De esta forma, se detectaron seis especies presentes en todos los ambientes, *Acaulospora kentinensis*, *A. scrobiculata*, *Glomus claroideum*, *G. etunicatum*, *G. geosporum* y *G. fasciculatum*, lo que indica su capacidad adaptativa y de resistencia, mientras que hubo tan sólo una especie, *Scutellospora arenicola*, que estuvo restringida a un ambiente, en este caso, los matorrales de dunas costeras. Asimismo, tres de las especies encontradas gracias a las

exploraciones realizadas en la reserva, se registran por vez primera no sólo para el sitio de estudio, sino para la Península de Yucatán y México.

VII. CONCLUSIONES

Este proyecto contribuye al conocimiento de la biodiversidad vegetal y de Glomeromycota de la costa norte del estado de Yucatán y está respaldado por materiales de referencia disponibles para consulta, en los herbarios MEXU y TLXM, registrados en el *Index Herbariorum*, y dos herbarios regionales, el herbario “Alfredo Barrera Marín,” Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y el Herbario-Fibroteca "U Najil Tikin Xiw" del Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán A.C. (CICY). La información correspondiente fue ingresada al sistema BIOTICA.

Se obtuvieron imágenes digitales de las especies de plantas y Glomeromycetes, y de las asociaciones vegetales de la reserva, las que se encuentran en el banco de imágenes de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y las colecciones de la Facultad de Ciencias, UNAM y el Centro de Investigación en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Tlaxcala.

Gigaspora candida, *Glomus minutum* y *Racocetra weresubiae*, especies de Glomeromycota, se registran por primera vez para el sistema lagunar La Carbonera en la Reserva Estatal de Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán, la Península de Yucatán y México.

Cuatro especies vegetales son endémicas a la Península de Yucatán, cinco están catalogadas como Amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, nueve son invasoras y 32 se consideran como especies clave.

Como resultado del proyecto se preparó un manual y guía de campo de la vegetación costera, el que está en fase de edición; un manual y catálogo ilustrado de Glomeromycetes que se encuentra en fase de preparación, asimismo se realizó un trabajo de investigación de maestría que concluyó satisfactoriamente.

VIII. LITERATURA CITADA

- Alarcón, C., Cuenca, G. 2005. Arbuscular mycorrhizas in coastal sand dunes of the Paraguaná Península, Venezuela. *Mycorrhiza* 16:1-9.
- Arcos, C. de D. 2014. Ecología trófica de un gremio de aves acuáticas durante la temporada de reproducción en la costa de Yucatán. Tesis de Maestría, UNAM.
- Carmona, A. 2011. Estructura de la comunidad vegetal y su asociación micorrícica en una isla de barrera en formación en “La Carbonera”. Chuburná, Yucatán. Tesis de Licenciatura en Manejo Sustentable de Zonas Costeras. UNAM, Sisal, Yucatán.
- Carmona-Escalante A, Guadarrama P, Ramos-Zapata J, Castillo-Argüero S, Montaña NM. 2013. Arbuscular Mycorrhizal Fungi Associated With Coastal Vegetation In Chuburna, Yucatan, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16: 431 – 443
- Carnevali, F.C., Tapia-Muñoz, J.L., Duno de Estefano, R. y Ramírez Morillo, I. 2010. Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado florístico. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, A. C., Mérida, Yucatán, México.
- Cifuentes, J. 2008. Hongos. Catálogo taxonómico de especies de México. En: S. Ocegueda y J. Llorente-Bousquets (Coords.). Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México, CD1.
- Collado-Vides, L, Gonzalez-Gonzalez J., Ezcurra E. 1995. Patrones de distribución ficoflorística en el sistema lagunar de Nichupte, Quintana Roo, Mexico. *Acta Botánica Mexicana* 31:19-32.
- Cox, W.G. 1980. Laboratory manual of general ecology. William Publishers. San Diego State University. 237 p.

- Dutch, G.J. 1988. La conformación territorial del Estado de Yucatán. Los componentes del medio físico. Centro Regional de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo, Mexico.
- Durán R.G. 1995. Diversidad florística de los petenes de Campeche. Acta Botánica Mexicana 31:73-84.
- Durán, R. 1987. Descripción y análisis de la estructura y composición de la vegetación de los petenes del noroeste de Campeche, México. Biótica, 12(3):159-198.
- Echeverría, R. 2007. Asociación micorrízica arbuscular de las plantas arbóreas terrestres de un peténpeten en Celestún, Yucatán, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Fabián, M.D. 2012. Micorriza arbuscular en *Acoelorrhaphe wrightii* (Griseb. & H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc. (Arecaceae) en dos sitios en Sisal, Yucatán. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Flores, J.S. y Álvarez-Sánchez, J. 2004. Flora y vegetación. En: Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Bautista Zúñiga, F.; Delfín González, H. y Palacio Prieto, J.L. Editores. UADY-INE-CONACYT-UNAM.
- Flores, J.S. y Espejel I. 1994. Tipos de la vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense, Fascículo.3. Ed. Universidad Autónoma de Yucatán, México 74 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3ª Ed. Instituto de Geografía. UNAM, México.
- Guadarrama, P., Ramos-Zapata, J., Salinas-Peba, L., Hernández-Cuevas, L., Castillo-Argüero S. 2012. La vegetación de dunas costeras y su interacción micorrízica 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, vol. II. Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica, Conacyt-Gobierno del estado de Yucatán, Mérida.

- Hernández-Cuevas, L., Guadarrama-Chávez, P., Sánchez-Gallen, I. y Ramos-Zapata, J. 2008. Micorriza arbuscular: colonización intrarradical y extracción de esporas. En: Álvarez-Sánchez, J. y Monroy-Ata, A. (Comps.). Técnicas de Estudio de las Asociaciones Micorrízicas y sus Implicaciones en la Restauración, pp. 1-15. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Ievinsh, G. 2006. Biological basis of biological diversity: physiological adaptations of plants to heterogeneous habitats along a sea coast. *Acta Univer. Latviensis* 710:53-79.
- INEGI, 2001. Anuario estadístico del estado de Yucatán, México. 616 p.
- Jerónimo, G., Gómez-Valdés, J., Badillo, M., López-Aguiar, K., Galindo, C., Gallardo, A., Loera, J., Arroyo-Pedraza, L., Chiappa-Carrara, X. 2012. Variación estacional de temperatura y salinidad en la laguna la Carbonera, Yucatán, 2009-2010. En: Sánchez, A.J., Chiappa-Carrara, X. y Brito, P.R. (Eds.). Recursos acuáticos costeros del sureste, pp. 159-180, vol. II. Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica, Conacyt-Gobierno del Estado de Yucatán, Mérida.
- Koske, R.E., Gemma, J.N., Corkidi, L., Sigüenza, C., Rincón, E. 2004. Arbuscular mycorrhizas in coastal dunes. En: Martínez, M.L. y Psuty, N.P. (Eds.). *Coastal Dunes*, pp. 173-187. Ecology and Conservation. Springer, Heidelberg.
- López-Portillo J., Ecurra E., Maass J.M. 1989. Los petenes de Sian Ka'an, Quintana Roo y su relación con gradientes de presión hidrológica. *Acta Botánica Mexicana* 5:19-29
- McGonigle, T.P., Miller, M.H., Evans, D.G., Fairchild, G.L., Swan, J.A. 1990. A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal. *New Phytologist* 115:495-501.

- Moreno-Casasola, P. 2006. Estrategias para el manejo costero integral. Instituto de Ecología A.C., CONANP y Gobierno de Veracruz-Llave, Xalapa.
- Mueller-Dombois, D. & Elleberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons. New York. 547 p.
- Orellana Lanza, R., Espadas Manrique, C. y Nava Marín, F. 2010. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Capítulo 1 el contexto físico, climas. SEDUMA.
- Palacios-Sánchez, S., Vega-Cendejas, M.E. 2010. Cambios alimenticios en tres especies de Sphoeroides (Tetraodontiformes: Tetraodontidae) posterior al huracán Isidoro en Bocana de La Carbonera, sureste del golfo de Mexico. Revista de Biología 58:1223-1235.
- Phillips, J., Hayman, D.S. 1970. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transaction of the British Mycological Society 55:158-161.
- Ramírez-Viga, T.K. 2011. Evaluación de la asociación micorrízica arbuscular en el mangle botoncillo *Conocarpus erectus* L. (Combretaceae) en la Reserva de la Biosfera Ria Lagartos. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Ramos-Zapata, J.A., Zapata-Trujillo, R., Ortíz-Díaz, J.J., Guadarrama, P. 2011. Arbuscular mycorrhizas in a tropical coastal dune system in Yucatan, Mexico. Fungal Ecology 4:256-261.
- Redecker D, Schüßler A, Stockinger H, Stürmer S, Morton J, Walker C. 2013. An evidence-based consensus for the classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota). Mycorrhiza DOI 10.1007/s00572-013-0486-y.
- Rico-Gray, V, Palacios-Rios M. 1996. Salinidad y el nivel del agua como factores en la distribución de la vegetación en la cienaga del Norte de Campeche, Mexico. Acta Botánica Mexicana 34:53-61.

- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial. Limusa. México. 432 p.
- Schüßler A, Walker C. 2010. The Glomeromycota. A species list with new families and new genera. A. Schüßler y C. Walker (Eds.). Gloucester, England, pp. 56.
- Solís, R.U.R.J. 2011. Los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) del matorral costero de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Whigham, D.F., Zugastay, P., Cabrera Cano, E., O'Neill, J. & E. Ley. 1990. The effect of annual variation in precipitation on growth and litter production in a tropical dry forest in the Yucatan of Mexico. *Tropical Ecology* 31: 23-34.
- Zaldívar, A.J., Herrera J.S., Coronado C.M., Alonzo D.P. 2004. Estructura y productividad de los manglares en la reserva de biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Madera y bosques número especial* 2:25-35.
- Zapata, T.R. 2008. Estudio de la comunidad de hongos micorrizógenos arbusculares de la duna costera de Sisal, Yucatán. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Yucatán, México.