

Informe final* del Proyecto LH012
Riqueza de especies y biodiversidad edáfica de una zona de humedales del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo, México

Responsable: Dra. María Magdalena Vázquez González
Institución: Universidad de Quintana Roo
Departamento de Ciencias Naturales
Laboratorio de Microartrópodos Edáficos
Dirección: Blvd Bahía s/n esq Comonfort, del Bosque, Chetumal, Qroo, 77019, México
Correo electrónico: marvazqu@uqroo.mx
Teléfono/Fax: 01(983) 83 503 00 Ext. 275
Fecha de inicio: Agosto 15, 2014.
Fecha de término: Abril 6, 2017.
Principales resultados: Bases de datos, fotografías, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Vázquez González, M. M. 2017. Riqueza de especies y biodiversidad edáfica de una zona de humedales del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo, México. Universidad de Quintana Roo. Departamento de Ciencias Naturales. **Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. LH012.** Ciudad de México.

Resumen:

El Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos forma parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano, el cual es considerado la segunda barrera arrecifal más grande del mundo. Los arrecifes son considerados ecosistemas "Climax" y los requerimientos biológicos para su funcionamiento y equilibrio oscilan en un rango muy estrecho, por ejemplo, la temperatura del agua no debe ser mayor a 23°C ni menor de 20°C, las aguas deben ser transparentes y cristalinas, lo cual significa que no puede haber contaminación por materia orgánica.

Son considerados ecosistemas con la mayor diversidad marina, además de constituir barreras naturales para la protección de las costas en el caso de huracanes. Sin embargo el desarrollo y el crecimiento económico de las ciudades, sobre todo de los sitios turísticos que demandan cada vez más espacio y recursos naturales, por lo que estos ecosistemas se consideran amenazados.

Este proyecto tiene como objetivo principal conocer la riqueza específica de la fauna de microartrópodos edáficos de la zona, los cuales juegan un papel muy importante en la liberación de nutrientes al suelo al consumir los detritos y la materia orgánica que se acumula en ellos, ayudando así a conservar el equilibrio de estos ecosistemas. Desafortunadamente los microartrópodos edáficos pasan generalmente desapercibidos o se les da muy poca importancia, pero sin ellos se ha comprobado que los procesos biológicos se realizan más lentamente y los suelos pierden su productividad.

De México se conoce muy poco de estos grupos de las zonas de humedales, una búsqueda de estos organismos en humedales de México nos arrojó información muy pobre sobre los grupos estudiados, por lo que este proyecto vendría a contribuir al conocimiento de la fauna edáfica de los humedales y sentar las bases para que se puedan realizar estudios de ecología para la conservación y toma de decisiones más amigables para la conservación de estos ecosistemas

-
- * 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.

**RIQUEZA DE ESPECIES Y BIODIVERSIDAD EDÁFICA DE UNA ZONA DE
HUMEDALES DEL PARQUE NACIONAL ARRECIFE DE PUERTO MORELOS,
QUINTANA ROO, MÉXICO**

No. de Ref. LH012

INFORME FINAL (4° Informe Técnico)

Responsable: Dra. Ma. Magdalena Vázquez González

Colaboradores:

Dr. Ignacio Vázquez	Laboratorio de Acarología, Facultad de Ciencias, UNAM
Dra. Gabriela Castaño Meneses	Laboratorio de microartrópodos edáficos, Facultad de Ciencias de la UNAM
Dr. Reinaldo José Fassio Ferez	Universidade Estadual Paulista, Brasil
Dr. Ricardo Torres Lara	Universidad de Quintana Roo
M. en C. Arturo García Guzman	Laboratorio de microartrópodos edáficos, Facultad de Ciencias de la UNAM
M. en C. Juan A. Rodríguez G.	Departamento de Ciencias de la Universidad de Quintana Roo
M. en C. Guadalupe López Campos	Laboratorio de Acarología, Facultad de Ciencias, UNAM
Ph D. Hans Klompen	Museum of Biodiversity, Ohio State University

Técnicos del proyecto:

Lic. Daniel Alfonso May Uicab	Técnico de Laboratorio y Campo
Lic. Elvia Beatriz Alamilla Pastrana	Capturista de la base de datos
Alexandra Alayola Pérez	Técnico en 1 ^{ra} etapa del proyecto
Sara Isabel Alamilla Calixto	Técnico en la última etapa del proyecto

Resumen

En este informe técnico se presentan los resultados del proyecto de investigación **“Riqueza de especies y biodiversidad edáfica de una zona de humedales del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo, México”**, No. de Ref. LH012.

El proyecto se llevó a cabo entre septiembre de 2014 a agosto de 2016 y se contó con el apoyo y financiamiento de CONABIO.

El estudio se llevó a cabo en una zona de dunas costeras y matorral costero del área de la estación de la CONANP del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos en el estado de Quintana Roo y en ecosistemas tropicales ubicados en el área correspondiente al Jardín Botánico “Dr. Alfredo Barrera Marín” de Puerto Morelos y el cual forma parte de la zona de humedales de Puerto Morelos, Quintana Roo, México

El estudio permitió identificar 305 especies que comprenden los grupos de: ácaros Oribátidos, los cuales constituyen el grupo más abundante y diverso con 167 especies de ácaros presentes en los diferentes sitios de estudio, seguidos de Prostigmata con 49 especies, Uropodina con 20, Mesostigmata con 12, Opilioacaridae con 3, Formicidae con 20 y Collembola con 30 especies cada uno.

Se presenta un listado de las especies determinadas y georeferenciadas así como un banco de fotografías asociadas a las especies determinadas (Anexo 1).

Introducción

El Sistema de humedales de Puerto Morelos forma parte del denominado “Complejo de Humedales Costeros de Puerto Morelos”, considerada como la única laguna costera estacional predominantemente dulceacuícola localizada en la sección nororiental de Quintana Roo. El “Complejo de Humedales de Puerto Morelos” suministra aportes de agua dulce al Parque Nacional ya sea a través de “bocas estacionales de tormenta” que se abren en época de intensas precipitaciones pluviales o por la infiltración de agua dulce por la barrera arenosa.

Aporta substanciales beneficios ambientales, ya que las descargas de agua dulce al mar fertilizan los ecosistemas marinos del Parque Nacional debido a la descomposición de la materia vegetal que enriquece el agua y sirve de alimento a numerosos animales, algunos de los cuales dependen de este ambiente también para reproducirse o pasar una etapa de desarrollo, como especies de importancia comercial (ECOSUR, 2011).

En síntesis, la pérdida de este sistema natural, tanto de las estructuras como de las especies que ahí habitan, provocaría impactos que en algunos casos serían irreparables:

- La erosión de las playas y dunas costeras sobre las que está ubicado el poblado.
- La desaparición de fuentes de empleo para los pobladores locales.
- Pérdida de calidad de vida y servicios ambientales.
- La extinción o la disminución de especies existentes tanto en el manglar, como en la duna costera, así como en la misma laguna arrecifal y el arrecife, o aún en la parte exterior de éste, que tienen o podrían tener potencial comercial, pesquero, farmacológico, estético y otros (Instituto Nacional de Ecología, 2000).

Es por ello que es necesario conocer las formas de vida que se tienen en este lugar y buscar alternativas de conservación tanto del ambiente que habitan como de los demás organismos que dependen de ellos y de los que ellos dependen.

Antecedentes

La fauna de microartrópodos edáficos de Quintana Roo se ha venido estudiando desde 1994. El primer proyecto de investigación desarrollado en Quintana Roo sobre este grupo fue el estudio de "Riqueza y biodiversidad de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, número de referencia B051" el cuál contó con el apoyo de la CONABIO, mismo que se llevó a cabo en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. Este proyecto permitió llevar a cabo el primer inventario de microartrópodos edáficos para el estado de Quintana Roo. Los resultados de este primer estudio se presentaron en diversos congresos

nacionales e internacionales y de ellos se derivaron varias publicaciones científicas en las que se describieron varias especies nuevas que se encontraron en las distintas asociaciones vegetales de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. También se publicaron dos libros con apoyo de la CONABIO.

- ✓ Catálogo de Ácaros Oribátidos de Q. Roo. Vázquez M. M. 1999. UQROO. CONABIO.
- ✓ Catálogo de Colémbolos (Hexapoda: Collembola) de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Vázquez M. M. & J. G. Palacios-Vargas. 2004. CONABIO-UQROO.

Con otros proyectos apoyados por CONACyT se estudió la fauna edáfica del suelo de la Reserva Forestal de Noh-Bec en Quintana Roo, del cual se derivaron tres artículos científicos, tres capítulos de libros y un libro sobre la fauna edáfica de las selvas tropicales de Quintana Roo, México.

- ✓ Palacios- Vargas J. G. & M. Vázquez, 1998. A New Mexican *Scapheremaeus* (*Oribatei: Cymbaeremaeidae*) from tropical forest. *Acarology*, 39(4): 383- 388.
- ✓ Prieto Trueba D., Ma. M. Vázquez G. y C. Rodríguez Aragonés, 1999. Comunidades de la mesofauna edáfica en una selva baja inundable de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. en *Revista Biología Tropical*. 47 (3): 489-492.
- ✓ Rodríguez A. C., D. Prieto T y M. M. Vázquez G, 1998. Comunidades de macroinvertebrados edáficos en una selva baja inundable de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo *Rev. AvaCient*. 8(24): 30-35. México.
- ✓ Vázquez, M. M. y Chargoy Claudia, 1999. Nuevos registros de ácaros Oribátidos en la Bahía del espíritu Santo de Sian Ka'an, Q. Roo. *Memorias del Congreso de Entomología XXXIV*: 46-50. México
- ✓ Vázquez M. M. y L. Cutz Pool, 1999. Fauna Colembológica de la Bahía del Espíritu Santo, Q. Roo. *Memorias del Congreso Nacional de Entomología. XXXIV*: 126-128. México.

- ✓ Vázquez M. M., Cutz Leopoldo y Palacios-Vargas José G., 1998. A new species of *Hylaeonura* (Collembola: Neanuridae) from Noh-Bec, Q. Roo. Southwestern Entomologist. 23(4): 367-371
- ✓ Vázquez M. M. y Prieto Trueba Dania, 2001. Fauna edáfica de las selvas tropicales de Quintana Roo. UQRoo-SEP-CONACyT. México.
- ✓ Vázquez, M. M., & Klompen, H. (2015). ACARIDA: New records of Uropodina mites from México, Guatemala, Belize and Costa Rica. Dugesiana, 14(1).
- ✓ Vazquez, M.M., H. Klompen & C. Chargoy. 2007. Study of the Uropodina (Acari: Mesostigmata) in tropical forest of the Yucatan Peninsula, México and Belize. Proceedings of the XI International Congress of Acarology , Mex. UNAM -SLA. pp. 43-50.
- ✓ Vázquez, M. & H. Klompen. 2015. The family Opilioacaridae (Parasitiformes: Opilioacarida) in Mexico, description of two new species and notes on biology and geographical distribution. Zootaxa, 3957 (5), 535-552.

De Puerto Morelos se conoce relativamente bien la vegetación y algunos grupos de aves y mamíferos así como algunos grupos de insectos (Lepidoptera). Gracias a los estudios efectuados por investigadores, primero del Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQROO) y posteriormente del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Unidad Quintana Roo. de estos estudios se han publicado varios libros y artículos científicos entre los cuales por su importancia citamos los siguientes:

- ✓ El Jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera Marín. Fundamentos y estudios particulares. O. Sánchez Sánchez y G. A. Islebe (Editores). CONABIO-ECOSUR. 2000. 191 p.
- ✓ Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomos 1 y 2. Carmen Pozo, Natalia Armijo y Sophie Calme (Editoras). 2011.
- ✓ Enciclopedia de Quintana Roo (12 tomos). J. Xacur (Editor). 1998.

Estos estudios permitieron establecer las bases del proyecto propuesto para Puerto Morelos, y facilitó el trabajo de identificación y clasificación de los grupos de interés, así como la colaboración de otros especialistas que participaron en la identificación y clasificación de los organismos estudiados.

Ubicación y características físicas del área de estudio

Puerto Morelos se ubica en la Costa Caribe, es una población costera que se localiza frente al Mar Caribe en México. El poblado se localiza geográficamente en la costa nororiental del estado de Quintana Roo, a 35 km al sur de Cancún y 34 km al norte de Playa del Carmen sobre la costa. El Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Cancún, se localiza a 18 kilómetros al norte de la localidad, sobre la carretera federal 307 (Fig. 1) (Instituto Nacional de Ecología, 2000).

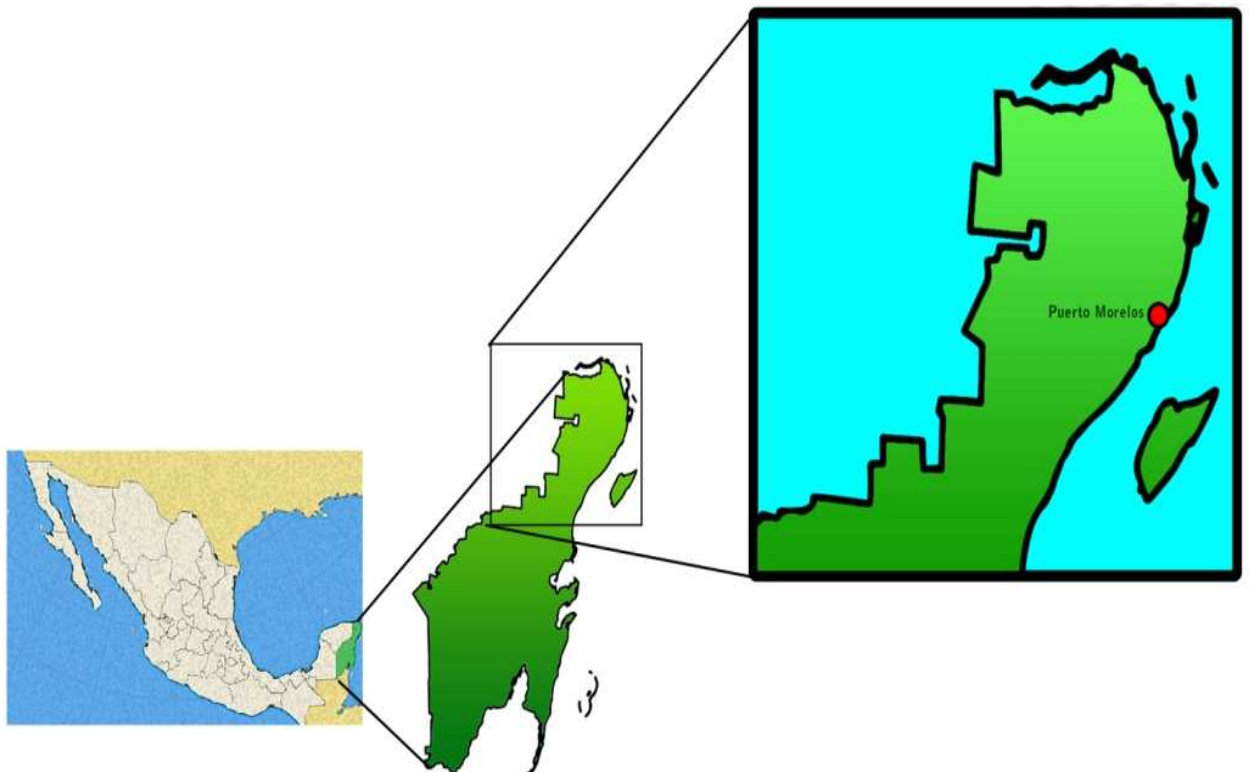


Fig. 1. Ubicación geográfica de Puerto Morelos, Quintana Roo.

Hidrología

La zona costera presenta un relieve muy escaso y no hay ríos superficiales, debido a la alta permeabilidad del área por el suelo cárstico. La Península de Yucatán es un apéndice natural de la plataforma septentrional de Guatemala, esta larga protuberancia que se extiende entre el Golfo de México y el Mar de Las Antillas, es una verdadera dala caliza, en capas horizontales, de una altura media de 30 metros, pero con grandes interiores de 160 a 250 metros(Sánchez, 1934).

Esta dala re prolonga en el mar bajo una reducida profundidad de agua. Es por ello que las aguas de lluvia que filtran por el suelo calizo son llevadas al mar como si estuvieran siendo guiadas por una dala de madera y con bombas de achique. Las lluvias son más abundantes en el verano y la humedad relativa promedio anual es de 84%, con un promedio de precipitación anual de 1,098.2 mm (ECOSUR, 2011).

Fisiografía y topografía

El terreno es plano y se caracteriza por la presencia de roca caliza aflorante, con gran número de depresiones naturales conocidas localmente como reholladas.

Existe una pendiente imperceptible en dirección este-oeste, en una franja norte sur (paralelo a la costa) de aproximadamente 50 m de ancho lo cual marca una abrupta diferenciación en el tipo de vegetación de selva mediana subperennifolia a una franja aproximada de 40 a 50 metros de selva mediana subcaducifolia, y de allí a Manglar. En esta área, como sucede en el resto del Estado de Quintana Roo es sensiblemente plana, con excepción de la presencia de una “berma” o antigua línea de costa (duna fósil) ubicada hacia la porción central de la zona de estudio y que corresponde al límite del humedal con la selva mediana subcaducifolia (ecotono selva-manglar). Esta alteración en el perfil topográfico recorre toda su extensión en dirección norte sur.

De esta manera la topografía en el área varía de 0 a 3 m en la porción a la playa, la duna costera y el humedal, y de los 3-10 m en la porción que va del manglar hacia la selva mediana subperennifolia (ECOSUR, 2011).

Climatología

En la región el clima es de tipo cálido subhúmedo, con lluvias en verano y parte del invierno, una temperatura media anual de 27°C y precipitación entre 1 200 y 1 300 mm. y una estación seca bien definida de marzo a abril. Dominan los vientos alisios del sureste mientras que los "nortes" llegan a la Península después de haberse iniciado en Canadá (normalmente de octubre a mayo) y hacer un recorrido con dirección norte-sur, trayendo como consecuencia vientos y marejadas de gran intensidad. El clima se ve afectado por los huracanes, que aumentan la precipitación (ECOSUR, 2011).

Vegetación

Asociación de manglar en transición con selva mediana subcaducifolia

Con 3 especies de manglar: *Conocarpus erecta*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*. Se distribuyen en una zona de transición con especies resistentes a suelo semi-inundables arbustivas como julub (*Bravaisia berlandieria*) y limoncillo (*Jacquinia macrocarpa*); asociaciones de tasiste (*Acoelirraphe wrightii*) u otras palmas como nakax (*Coccothrinax readii*) y chit (*Thrinax radiata*) y selva con árboles de chicozapote (*Manilkara zapota*), chechem (*Metopium brownei*), sisilché (*Gymnopodium floribundum*) y corcho (*Annona glabra*) entre las más características. Entre las epifitas mas observadas se registran orquideas jomiel (*Myrmecophyllas ticibinis*),o *Catasetum integerrinum*, xchu (*Achmea bracteata*).

Otras especies las de tipo semi-inundable como helechos de manglar (*Acrostichum danaeifolium*) y otros *Bhechnum sp* y *Nephrolepis biserrata* (Fig. 2) (Estudio para la caracterización y diagnóstico de humedales en Puerto Morelos, 2011).



Figura 2. Asociación de manglar y selva mediana subcaducifolia

Petén

Dentro de la depresión de la laguna arrecifal fósil, se encuentran los petenes: asociaciones vegetales de tipo más o menos circular, que se caracterizan por la presencia de especies arbóreas en la parte más elevada del terreno (centro), bordeadas generalmente por manglar y a veces de saibal. El tamaño de los islotes varía entre 10 y 50 m y por lo general se localizan entre 1 y 2 msnm. Los suelos son profundos, acumulan materia orgánica y son moderada a ligeramente salinos. Entre las especies de selva encontradas sobresalen el chicozapote (*Manilkara zapota*), el chechem (*Metopium brownei*), el chacá (*Bursera simaruba*), las palmas de chit (*Thrinax radiata*), xiat (*Chamaedorea seifrizii*) y huano (*Sabal yapa*). También hay epífitas y trepadoras. La altura de los individuos arbóreos es de 5 a 10 m (Fig. 3) (Instituto Nacional de Ecología, 2000).



Figura 3. Petén

Selva baja subcaducifolia

Se caracteriza por presentar un dosel arbóreo semiabierto. La altura de los individuos es entre 5 y 10 m. Los elementos arbóreos perennifolios dominantes son: *Gymnanthes lucida*, *Malpighia emarginata* y *Sapium caribaeum*, mientras que los caducifolios son: *Bursera simaruba* y *Gliricidia sepium*. Lo más característico de esta vegetación es el estrato herbáceo integrado por numerosos individuos de *Bromelia alsodes*. Los factores físicos que condicionan la distribución de esta asociación son: la presencia de suelos rocosos que favorecen el drenaje, elevados (hasta 8 msnm) y con profundidad de 10-30 cm, así como una mayor cantidad de materia orgánica en descomposición (Fig. 4) (Instituto Nacional de Ecología, 2000).



Figura 4. Selva baja subcaducifolia

Selva mediana subperennifolia

Se caracteriza por presentar un dosel arbóreo cerrado a una altura que varía entre 10 y 25 m. Está formada principalmente por especies arbóreas como sisilché (*Gymnopodium floribundum*), despeinadas (*Beucarnea pliabilis*), chit (*Thrinax radiata*), nakax (*Coccothrinax readii*), sisal (*Agave sp*), chomp (*Plumeria obtusa*), guayabillo (*Myrcianthes fragans*), chunub (*Clusia flava*), chicopzapote (*Manilkara zapota*), chakaj (*Bursera simaruba*), y *Caesalpinia yucatanensis*. En estrato herbáceo predomina el Bobtún (*Anthurium schlechtendalli*) y una gran cantidad de individuos jóvenes de las especies arbóreas. Es notoria la presencia de epífitas y trepadoras, entre las que sobresalen la bromelia *Aechmea bracteata*, la orquídea *Myrmecophyla tibicinis* y las cactáceas *Selenicereus donkelarii* y *S. testudo*. El suelo donde se desarrolla, es de tipo Tzekel (litosol-rendzinas), rocoso y pedregoso de fácil drenaje. Una característica importante dentro de esta vegetación, es la presencia de hundimientos del terreno conocidos como

rejolladas (Fig. 5) (Estudio para la caracterización y diagnóstico de humedales en Puerto Morelos, 2011).



Figura 5. Selva mediana subcaducifolia

Duna costera

Se distribuye en el litoral costero, frente al mar abierto, sobre lo que se denomina barra arenosa, misma que conforma la línea de costa y que alcanza hasta los 3 msnm. Esta vegetación es la que se distribuye a todo lo largo del litoral, en lo que se ha determinado como zona de intermareas, donde la vegetación se presenta de manera dispersa sobre la duna arenosa que es bañada continuamente por agua de mar y el lomo costero o la porción de terreno más elevada con respecto al nivel medio del mar. La franja de halófitas costeras presenta entre 25-35/m de amplitud, aunque la vegetación se hace más vigorosa hacia la porción alejada del litoral; la asociación se constituye por individuos de las especies *Canavalia rosea*-*Sesuvium portulacastrum*-*Sporobolus virginicus* o combinándose entre sí; las especies se caracterizan por sus hábitos herbáceos y rastreros, de entre 5 a 20/cm de altura,

con plantas tolerantes a la elevada salinidad e intensa irradiación solar. El sustrato donde se desarrollan es de tipo arenoso, de grano fino, profundos y con poca materia orgánica (Fig. 6) (Instituto Nacional de Ecología, 2000).



Figura 6. Duna costera

Matorral Costero

Esta comunidad presenta su área de distribución adyacente a la asociación anterior, en lo que se ha denominado como playa subaérea, correspondiente con la vegetación que se distribuye precisamente en la porción de terreno que forma el lomo costero y encuentra su límite en la zona ocupada por el manglar. Es frecuente que a todo lo largo del litoral, y en la zona del manglar, se combinen los elementos formando franjas ecotonales. Se considera que esta comunidad es mucho más diversa que la anterior, ya que se constituye por las especies herbáceas propias de dicha asociación, además de un gran número de especies arbustivas. La altura que alcanza el matorral costero varía entre 2-6 m de altura, formando una vegetación densa e impenetrable. Los elementos que integran esta

asociación son: *Bumelia americana*, *Pithecellobium keyense*, *Suriana marítima*, *Coccoloba uvifera*, *Ernodea littoralis*, *Hymenocallis littoralis*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Metopium brownei*, *Pouteria campechiana*, *Thrinax radiata*, *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula*. Los individuos que alcanzan gran altura, corresponden a las palmas de cocotero (*Cocos nucifera*). El sustrato que soporta esta vegetación es de tipo arenoso, de grano fino, muy profundo y abundante materia orgánica (Fig. 7) (Instituto Nacional de Ecología, 2000).



Figura 7. Matorral costero

Manglar

El manglar está representado por tres o cuatro asociaciones vegetales, que comparten características en común como son: vegetación hidrófila densa, suelos fangosos, de tipo margoso, de color gris a pardo-grisáceo, poco profundos, que pueden durar semanas, meses o todo el año cubiertos de agua, la cual puede ser dulce o salada. Tales asociaciones son el manglar mixto de *Laguncularia* y *Conocarpus*, el manglar de franja dominado por *Rhizophora mangle* y el manglar de *Conocarpus* combinado con elementos de *Saibal*. La altura promedio que

presentan va de 5-10 m. Dentro del manglar se presentan otras asociaciones ocupando menos superficie como son el tular, denominado así por la dominancia de la especie *Typha dominguensis* o tule; y el zacatal de *Eleocharis cellulosa* que se desarrolla alrededor del tular o de los islotes de mangle; ambas asociaciones se desarrollan sobre suelos totalmente inundados. En la zona existen varias especies vegetales consideradas bajo algún estatus de protección, conforme a la NOM-059-ECOL-1994 (Fig. 8) (Instituto Nacional de Ecología, 2000).



Fig.8. Manglar

Objetivos

Los objetivos del proyecto fueron:

Objetivo general

Realizar un inventario de la fauna de microartrópodos edáficos del humedal "Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos", Quintana Roo, México.

Objetivos particulares

1. Identificar y clasificar al menos 180 especies de los grupos: Acari: Mesostigmata, Notostigmata, Prostigmata, Astigmata y Oribatida; de la familia Formicidae; de los insectos Collembola: Apterygota; de Arachnida: Escorpionida, Pseudoescorpionoda, Aranea, Opiliones, Escorpiones de látigo, Escorpiones de viento, Tarantulas; Miriapoda: Ciempies, Milpies; Pauropoda; Sinfila.
2. Realizar una base de datos con al menos 3500 registros de las especies estudiadas y determinadas usando el programa Biótica5.0[©].
3. Entregar una base de datos con 300 fotografías conforme a los lineamientos para la entrega de fotografías e ilustraciones digitales 2013.
4. Entregar un manuscrito "Riqueza específica y Biodiversidad de los humedales del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo". Este libro incluirá los resultados originales de los grupos estudiados.
5. Entregar un manuscrito de educación ambiental dirigido a niños y jóvenes sobre la importancia y el cuidado que se debe tener sobre la fauna del suelo de los humedales de Puerto Morelos.
6. Se entregarán dos fotografías de cada uno de los sitios estudiados.
7. Se determinarán las especies indicadoras de sitios perturbados en base a los índices de diversidad de Shannon- Wiener (H'), equitatividad de Pielou (J') y de dominancia de Simpson (λ). Con estos índices se podrá identificar a las especies bioindicadoras de áreas perturbadas y/o en buen estado de conservación.

8. Se realizará y se entregará una curva de acumulación de especies al final del primer año para identificar los sitios con mayor potencial de biodiversidad y otra final al término del segundo año de colecta (se deberán haber alternado los meses de colecta).
9. Se realizará la caracterización de los ambientes estudiados y al final de los periodos de lluvias y de secas (noviembre y mayo respectivamente) se entregará la información relacionada con las especies vegetales dominantes, e información relativa a factores ambientales (temperatura, humedad, precipitación).

Metodología

Se efectuaron 11 colectas, una cada dos meses aproximadamente, Las fechas en que se llevaron a cabo fueron:

Colectas en el 2014:

- 17-19 de septiembre
- 17-21 de noviembre

Colectas en el 2015

- 28-30 de enero
- 29-30 de abril y 1 de mayo
- 17-20 de junio
- 26-28 de agosto
- 23-24 de octubre
- 10-11 de diciembre

Colectas en el 2016

- 25-26 de febrero
- 17-18 de mayo
- 21-22 de julio

Se llevaron a cabo tres estancias de investigación; Dra. Gabriela Castaño, el Dr. Ignacio Vázquez y la M. C. Guadalupe López Campos realizaron cada uno una estancia de 6 días en el laboratorio de microartrópodos edáficos de la Universidad de Quintana Roo.

Se invitó al Dr. José G. Palacios Vargas a efectuar una estancia de colaboración para la identificación y clasificación de Collembola en lugar del M. C. Arturo García Guzmán, quien por causas de fuerza mayor no pudo efectuar la estancia.

El estudio se realizó en 7 diferentes humedales de los cuales se consideraron 10 sitios de muestreo (Cuadro 1):

Cuadro 1. Sitios de colecta por asociación vegetal.

Humedal	No. de sitios de colecta por asociación vegetal
Selva baja inundable (Fig. 9)	1
Selva alta (Fig. 10)	1
Selva mediana subcaducifolia (Fig. 11)	2
Ecotono de selva mediana subcaducifolia y manglar (Fig. 12)	2
Manglar (Fig. 13)	1
Duna costera (Fig. 14)	2
Matorral costero (Fig. 15)	1
Total de sitios de colecta	10



Figura 9. Selva baja inundable.

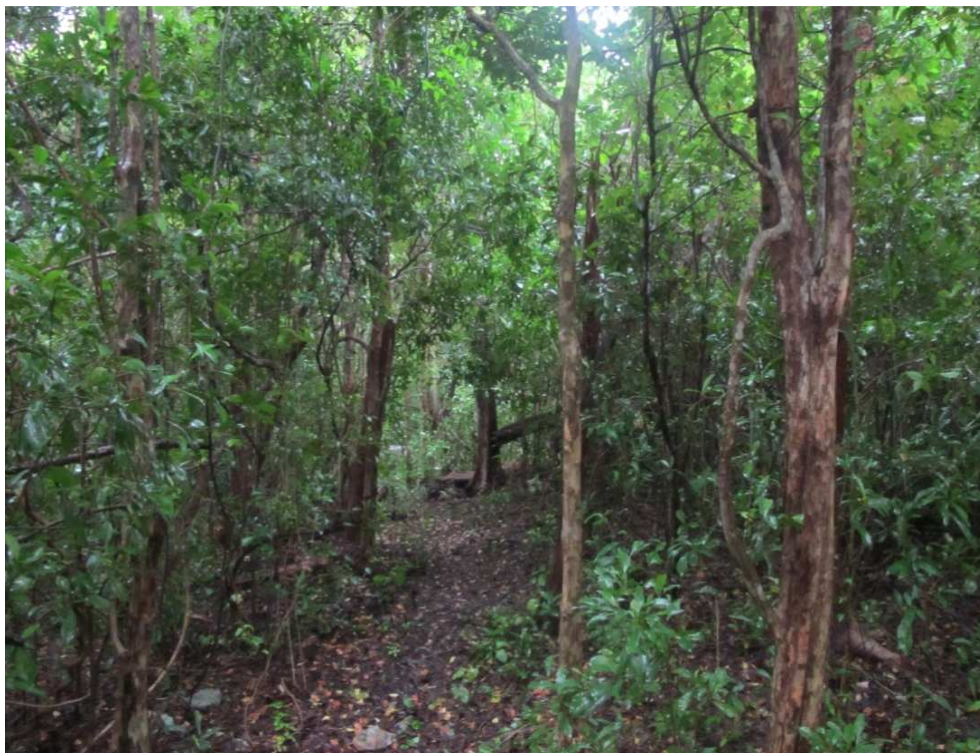


Figura 10. Selva alta



Figura 11. Selva mediana subcaducifolia



Figura 12. Ecotono de selva mediana subcaducifolia y manglar



Figura 13. Manglar



Figura 14. Duna costera



Figura 15. Matorral costero

En los diez sitios de muestreo seleccionados para el estudio se tomaron muestras de hojarasca de cuadrados, cuya superficie fue de 20 x 20 cm de lado, se recogió toda la hojarasca aún si ésta ya estaba en avanzado estado de descomposición.

En tres de los diez sitios seleccionados para el estudio (dunas costeras, mangle y selva baja) se colocaron trampas pit-fall, las cuales se construyeron con botellas de plástico de refresco partidas por la mitad, la parte superior se invirtió y se colocó dentro de la mitad inferior y ambas se aseguraban con cinta masking tape, como conservador se utilizó refrigerante para automóvil. Las trampas se enterraron, procurando que la boca de la trampa quedase al ras del suelo (Fig.16). Las trampas se conservaron en el sitio por tres días, una vez transcurrido este tiempo se recogieron de los sitios y se trasladaron al laboratorio, ahí el contenido de la trampa se pasaba por un tamiz muy fino (0.5 micras) y se lavó el recipiente con alcohol de 70% para evitar la pérdida de ejemplares. Los organismos así obtenidos se colocaron en frascos con alcohol del 70% con una etiqueta conteniendo toda la información de la colecta.



Figura 16. Trampa pit fall enterrada.

Las muestras de la hojarasca, musgo y detritos se colocaron en bolsas de plástico de 2kg. Se cerraron con cinta masking tape, en el interior se colocó una etiqueta con los datos de la colecta y se trasladaron al laboratorio.

En el laboratorio las muestras fueron procesadas por medio de embudos de Berlese. La muestra se colocó sobre la boca ancha del embudo, que tiene una malla de 2mm de luz, en la parte inferior del embudo se colocó un frasco con alcohol al 70% que ajusta perfectamente al diámetro del embudo (Fig.17).



Figura 17. Procesamiento de las muestras de hojarasca en los embudos de Berlese.

Los organismos de la muestra comienzan a bajar por las paredes del embudo tratando de evitar la resequead de la muestra o huyendo de la luz y caen al frasco colector (Fig. 18).



Figura 18. Frasco colector debajo del embudo de Berlese.

Los principios biológicos que se utilizan en los embudos de Berlese son: Fototropismo negativo y geotropismo positivo, los cuales presentan los organismos edáficos.

Las muestras se dejaron secar por diez días para que los organismos bajen lentamente y no se utilizó fuente de luz sobre el embudo, sino que se dejaron secar a temperatura ambiente.

Posteriormente se retiraron los frascos colectores y se siguió el mismo procedimiento que con los muestreos obtenidos de las trampas pit-fall. Los organismos se separaron y cuantificaron con ayuda del microscopio estereoscópico y se identificaron al menor nivel posible (familia y/o género).

Las muestras se revisaron bajo un microscopio estereoscópico (Fig. 19) para separar y cuantificar los organismos; ácaros, colémbolos y hormigas presentes en las trampas.

También se realizaron colectas manuales directas en troncos en descomposición en los que se encontraron ácaros de la familia Opilioacaridae.

Los organismos separados y cuantificados se colocaron en viales con alcohol con dos etiquetas; en una los datos de la colecta ya citados y en la otra el nombre científico del taxón, procurando llegar en la identificación al nivel más concreto posible, ya fuese familia o género.

Para la identificación y clasificación a nivel de especie u otro que fuese necesario se procedió a elaborar laminillas permanentes, para lo cual fue necesario llevar a cabo el siguiente procedimiento:

- a) Los organismos se colocaron en ácido láctico unos y/o lactofenol otros para la maceración de los tejidos y el contenido del tracto digestivo, esto por dos días o hasta por dos semanas (dependiendo del grado de escleramiento de la cutícula de los organismos).

Los colémbolos para su aclaración se colocaron en una solución de Potasa al 10%. Los colémbolos se aclaran en unos cuantos minutos, debido a que no tienen una cutícula esclerizada como los ácaros.

- b) Una vez aclarados los organismos, se enjuagaron en agua destilada para eliminar los residuos del ácido láctico, lactofenol y/o potasa.
- c) Cuando los organismos fueron enjuagados se colocaron sobre una gota de “hoyer” que previamente se colocó sobre un portaobjetos limpio, cuidando que la gota quedara en el centro del mismo.
- d) Se procuró que el organismo quedase lo mejor extendido posible. Cuando fue necesario disectar algunas estructuras como en los colémbolos y en los ácaros Uropodina las estructuras disectadas se colocaron en otro portaobjetos, cuidando de numerarlas e identificarlas para no perder los organismos ni sus partes.
- e) Una vez que se tiene al organismo; ácaro o colémbolo en la posición deseada se cubre la preparación con un cubreobjetos, cuidando que el “hoyer” se distribuya uniformemente bajo el cubreobjetos y no se formen burbujas, éstas si se forman pueden dañar la preparación. Para evitar que

se formen, el cubreobjetos nunca debe dejarse caer, sino que se deberá bajar lentamente con ayuda de una aguja.

- f) Las preparaciones una vez terminadas se deben secar en un horno 50° C por dos o tres semanas para que el “hoyer” seque perfectamente
- g) Cuando las preparaciones están bien secas se sellan con Glyptal que es un barniz que al sellar evita que la preparación se dañe al rehidratarse.

Cuando las preparaciones estuvieron secas y selladas se trabajó con ellas bajo el microscopio óptico para su identificación y clasificación.



Figura 19. Microscopio estereoscópico en el que se cuantificaron y clasificaron los organismos.

En cada preparación se colocaron dos etiquetas, una a cada lado del cubreobjetos. En una se anotaron todos los datos de la colecta y en la otra el nombre científico, familia, género, especie, si es hembra o macho, juvenil, adulto o una estructura en particular (Figs. 20 y 21).



Figura 20. Organismo fijado en una laminilla permanente con los datos de colecta e identificación.



Figura 21. Laminillas permanentes de los organismos colectados e identificados.

Cuando se tuvo al organismo identificado y clasificado se procedió a fotografiarlo con una cámara Canon Powershot G-10 instalada en el microscopio óptico Axio Scoper A1, y con una cámara Zeiss Axio Cam ICc 1 conectada a un microscopio óptico Axio Imager A2.

Las fotografías forman parte de la base de datos del proyecto.

La riqueza de especies, la biodiversidad, la abundancia y la dominancia de las especies de microartrópodos edáficos se evaluaron mediante los índices de diversidad de Shannon- Wiener (H'), equitatividad de Pielou (J') y de dominancia de Simpson (λ). Con estos índices se pudo identificar a las especies bioindicadoras de áreas perturbadas y/o en buen estado de conservación.

Resultados

Se entrega una base de datos en el programa BIOTICA versión 5.0 con 5,582 registros de organismos colectados y 10 registros de organismos observados correspondientes al proyecto LH012, el 100% están georeferenciados y con toda la información comprometida en el convenio.

La base de datos contiene información referente a:

308 especies de las cuales 204 se determinaron a nivel de especie y 104 a sp. distribuidas en 206 géneros y 115 familias. Se entrega un total de 409 fotos correspondientes a 232 especies. Los grupos de la fauna edáfica estudiados se identificaron y clasificaron con la colaboración de otros especialistas (Cuadro 2):

Cuadro 2. Lista de especialistas (investigadores) que colaboraron con el proyecto LH012 e institución de adscripción.

GRUPOS	COLABORADOR	INSTITUCIÓN
Formicidae	Dra. Gabriela Castaño	UNAM
Collembola	Dra. Ma. Magdalena Vázquez	UQROO
	Dr. José G. Palacios Vargas	UNAM
Oribátida	Dra. Ma. Magdalena Vázquez	UQROO
Uropodina	Dra. Ma. Magdalena Vázquez	UQROO
Mesostigmata	Dra. Ma. Magdalena Vázquez	UQROO
Notostigmata	Dra. Ma. Magdalena Vázquez	UQROO
	Dr. Hans Klompen	OSU-U.S.A.

Se tiene una colección de organismos fijados en alcohol al 70% conformada por cerca de 37,401 organismos. La colección de ácaros y colémbolos montados en laminillas permanentes está constituida por cerca de 1250 organismos.

Se realizó la clasificación de los humedales estudiados (Cuadro 3, Anexo 3) en el que se define el tipo de humedal en cada asociación vegetal.

Cuadro 3. Clasificación de los humedales estudiados.

	Ámbito	Sistema	Subsistema	Clase	Subclase	Tipo dominante
DUNA COSTERA	Marino y costero	Marino	Supramareal expuesto	Supralitoral no consolidado	Lecho de arena	Parte medio o superior de dunas poco consolidadas
MANGLAR	Marino y costero	Estuario	Intermareal	Humedal arbustivo	Persistente	Manglar
SELVA BAJA INUNDABLE	Epicontinental	Lacustre	Estacional	Humedal arbustivo	Persistente	Selva baja inundable
SELVA MEDIANA	Epicontinental	Lacustre	Estacional	Humedal arbóreo	Persistente	Selva mediana inundable, palmar
SELVA ALTA	Epicontinental	Lacustre	Estacional	Humedal arbóreo	Persistente	Selva alta inundable
MATORRAL COSTERO	Marino y costero	Marino	Supramareal expuesto	Supralitoral no consolidado	Lecho de arena	Parte medio o superior de dunas poco consolidadas

Se realizó la caracterización de los sitios de muestreo de acuerdo a la percepción del grupo de colecta, a continuación se presentan las características de cada uno de ellos (Anexo 2):

Selva baja inundable:

Nombre Común	Nombre científico	%	Dominancia	Tipo de suelo	Coordenadas	Id sitio
Pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i>	5	Baja	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81
Piñas	<i>Bromelia pinguin</i> <i>Bromelia terrestre</i>	15	Baja	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81
Lianas	<i>Passiflora coriacea</i>	5	Baja	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81
Akits	<i>Thavetia gaumeri</i>	5	Baja	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81

Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	40	Alta	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81
Chacá	<i>Bursera simaruba</i>	20	Media	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81
Pimienta	<i>Pimenta dioica</i>	5	Baja	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81
Palmera de chit	<i>Thrinax radiata</i>	5	Baja	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81

Selva alta:

Nombre Común	Nombre científico	%	Dominancia	Tipo de suelo	Coordenadas	Id sitio
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	20	Alta	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Pixoy	<i>Guazuma ulmifolia</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Palma chit	<i>Thrinax radiata</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Gramíneas	<i>Cyperus ligularis</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Guano	<i>Sabal yapa</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Bromelias	<i>Philodendron oxycardium</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Chechén	<i>Metopium brownei</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Chacá	<i>Bursera simaruba</i>	10	Baja	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Pich	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Caracolillo	<i>Sideroxylon gaumeri</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Cornezuelo	<i>Acacia cornigera</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82

Ecotono de selva mediana subcaducifolia y manglar:

Nombre Común	Nombre científico	%	Dominancia	Tipo de suelo	Coordenadas 1	Id sitio 1	Coordenadas 2	Id sitio 2
Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	25	Media	Ak'alche o vertisol gléyico	N 20° 50' 31.2" W 86° 54' 10.7"	83	N 20° 50' 45.9" W 86° 53' 58.2"	88
Mangle blanco	<i>Laguncularia racemosa</i>	15	Baja	Ak'alche o vertisol gléyico	N 20° 50' 31.2" W 86° 54' 10.7"	83	N 20° 50' 45.9" W 86° 53' 58.2"	88
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	25	Media	Ak'alche o vertisol gléyico	N 20° 50' 31.2" W 86° 54' 10.7"	83	N 20° 50' 45.9" W 86° 53' 58.2"	88
Guano	<i>Sabal yapa</i>	10	Baja	Ak'alche o vertisol gléyico	N 20° 50' 31.2" W 86° 54' 10.7"	83	N 20° 50' 45.9" W 86° 53' 58.2"	88

Chit	<i>Thrinax radiata</i>	20	Media	Ak'alche o vertisol gléyico	N 20° 50' 31.2" W 86° 54'10.7"	83	N 20° 50' 45.9" W 86° 53'58.2"	88
Caracolillo	<i>Sideroxylon gaumeri</i>	5	Baja	Ak'alche o vertisol gléyico	N 20° 50' 31.2" W 86° 54'10.7"	83	N 20° 50' 45.9" W 86° 53'58.2"	88

Selva mediana subcaducifolia:

Nombre Común	Nombre científico	%	Dominancia	Tipo de suelo	Coordenadas 1	Id sitio 1	Coordenadas 2	Id sitio 2
Palma	<i>Roystonea regia</i>	10	Alta	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Yaite	<i>Gymnanthes lucida</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Pimienta	<i>Pimenta dioica</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Nacax	<i>Coccothrinax readii</i>	15	Media	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Guano	<i>Sabal yapa</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Chacá	<i>Bursera simaruba</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Waxim	<i>Acacia dolichostachya</i>	10	Alta	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Subin	<i>Acacia collinsi</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Yaxnik	<i>Vitex gaumeri</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91

Duna costera:

Nombre Común	Nombre científico	%	Dominancia	Tipo de suelo	Coordenadas 1	Id sitio 1	Coordenadas 2	Id sitio 2
Hierba de arena	<i>Ernodea littoralis</i>	20	Media	Arenosol	N 20° 49' 24.9" W 86° 53' 53.6"	86	N 20° 52' 2.6" W 86° 52'3.8"	87
Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>	20	Media	Arenosol	N 20° 49' 24.9" W 86° 53' 53.6"	86	N 20° 52' 2.6" W 86° 52'3.8"	87
Ciricote de playa	<i>Cordia sebestena</i>	10	Baja	Arenosol	N 20° 49' 24.9" W 86° 53' 53.6"	86	N 20° 52' 2.6" W 86° 52'3.8"	87

Palma	<i>Roystonea regia</i>	10	Baja	Arenosol	N 20° 49' 24.9" W 86° 53' 53.6"	86	N 20° 52' 2.6" W 86° 52' 3.8"	87
Riñoñina	<i>Ipomoea pescaprae</i>	30	Alta	Arenosol	N 20° 49' 24.9" W 86° 53' 53.6"	86	N 20° 52' 2.6" W 86° 52' 3.8"	87
Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	10	Baja	Arenosol	N 20° 49' 24.9" W 86° 53' 53.6"	86	N 20° 52' 2.6" W 86° 52' 3.8"	87

Manglar:

Nombre Común	Nombre científico	%	Dominancia	Tipo de suelo	Coordenadas	Id sitio
Mangle blanco	<i>Laguncularia racemosa</i>	20	Baja	Arenosol	N 20° 50' 44.1" W 86° 53' 58.9"	90
Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>	45	Alta	Arenosol	N 20° 50' 44.1" W 86° 53' 58.9"	90
Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	35	Media	Arenosol	N 20° 50' 44.1" W 86° 53' 58.9"	90

Matorral costero:

Nombre Común	Nombre científico	%	Dominancia	Tipo de suelo	Coordenadas	Id sitio
Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>	20	Alta	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	15	Media	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
Palmas chit	<i>Thrinax radiata</i>	20	Alta	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
Ciricote de playa	<i>Cordia sebestena</i>	15	Media	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
K'an lool	<i>Senna racemosa</i>	10	Media	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
Ya'ax k'aax	<i>Pithecellobium keyense</i>	5	Baja	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
Trompillo	<i>Astrocasia tremula</i>	5	Baja	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
Orégano de playa	<i>Lantana involucrata</i>	5	Baja	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
Julub	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	5	Baja	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92

Se presenta un cuadro comparativo (Cuadro 4) de las temperaturas promedio de los humedales estudiados.

Cuadro 4. Cuadro comparativo de la temperatura promedio de los humedales estudiados.

Humedal	Temperatura
Selva baja inundable	28°C
Selva alta	27°C
Selva mediana subcaducifolia	29°C
Ecotono de selva mediana subcaducifolia y manglar	27°C
Manglar	28°C
Duna costera	37°C
Matorral costero	33°C

Resultados estadísticos

Se colectaron un total de 37,401 organismos de microartrópodos edáficos correspondientes a los grupos de ácaros Oribátida, Mesostigmata, Prostigmata, Parasitiformes, Astigmata y de insectos Collembola y Formicidae principalmente. El grupo más abundante es el de los ácaros oribátidos con 18,866 (50%) del total, le siguen los insectos colémbolos con 8,338 (22%), ácaros mesostigmados 4,704 (13%), prostigmatas con con 5,133 (14%) y finalmente con 182 (1%) están las hormigas (Formicidae) y los ácaros Astigmata con 152 y los ácaros Parasitiformes (Opilioacaridae) con 26 (menos del 0%) individuos (Fig. 22).

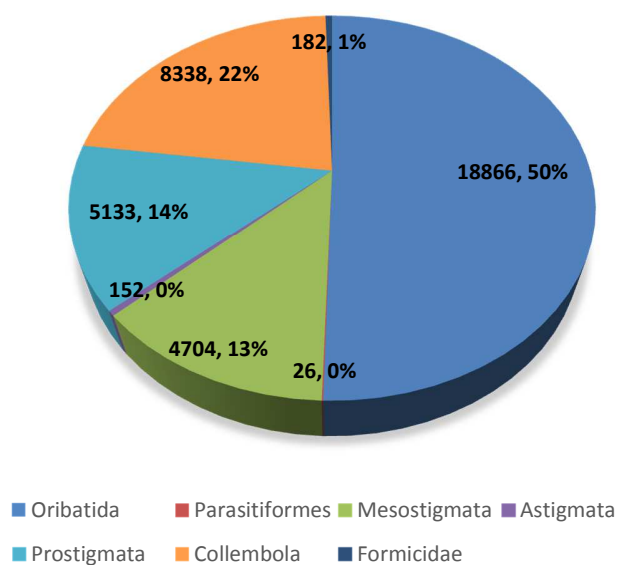


Figura 22. Abundancia relativa de los grupos de microartrópodos edáficos estudiados.

La selva baja inundable presenta la mayor abundancia de organismos ya que se presenta el 34% (12,819) del total, seguida de la selva mediana subcaducifolia con el 21% (7,771), el manglar con el 14% (5,293), la duna costera con 13% (4,669), el matorral costero con 8% (2,913) y finalmente la selva alta y el ecotono de la selva mediana subcaducifolia (2,042) y el manglar (1,894) con 5% cada uno (Fig. 23).

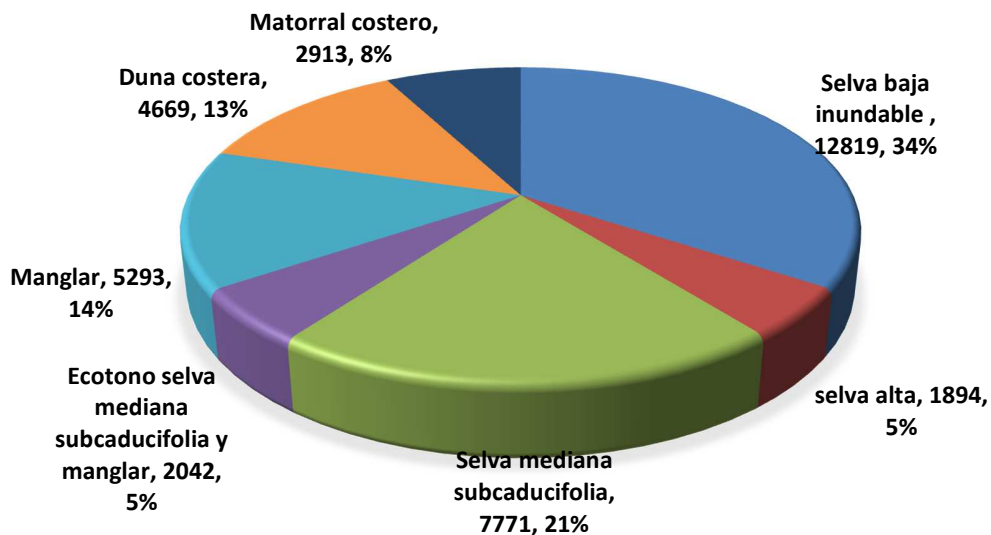


Figura 23. Abundancia relativa de organismos por sitio de colecta.

Se presentan las gráficas correspondientes a las familias por sitio de colecta, se eliminaron en cada sitio las familias que tienen abundancia menor a 20 ejemplares.

En la selva baja inundable se encontraron 82 familias de las cuales las más abundantes fueron de los colémbolos Isotomidae con 1,294 y Entomobryidae con 1,133, seguidos de los ácaros Sphaerochthonidae con 866 individuos (Fig. 24).

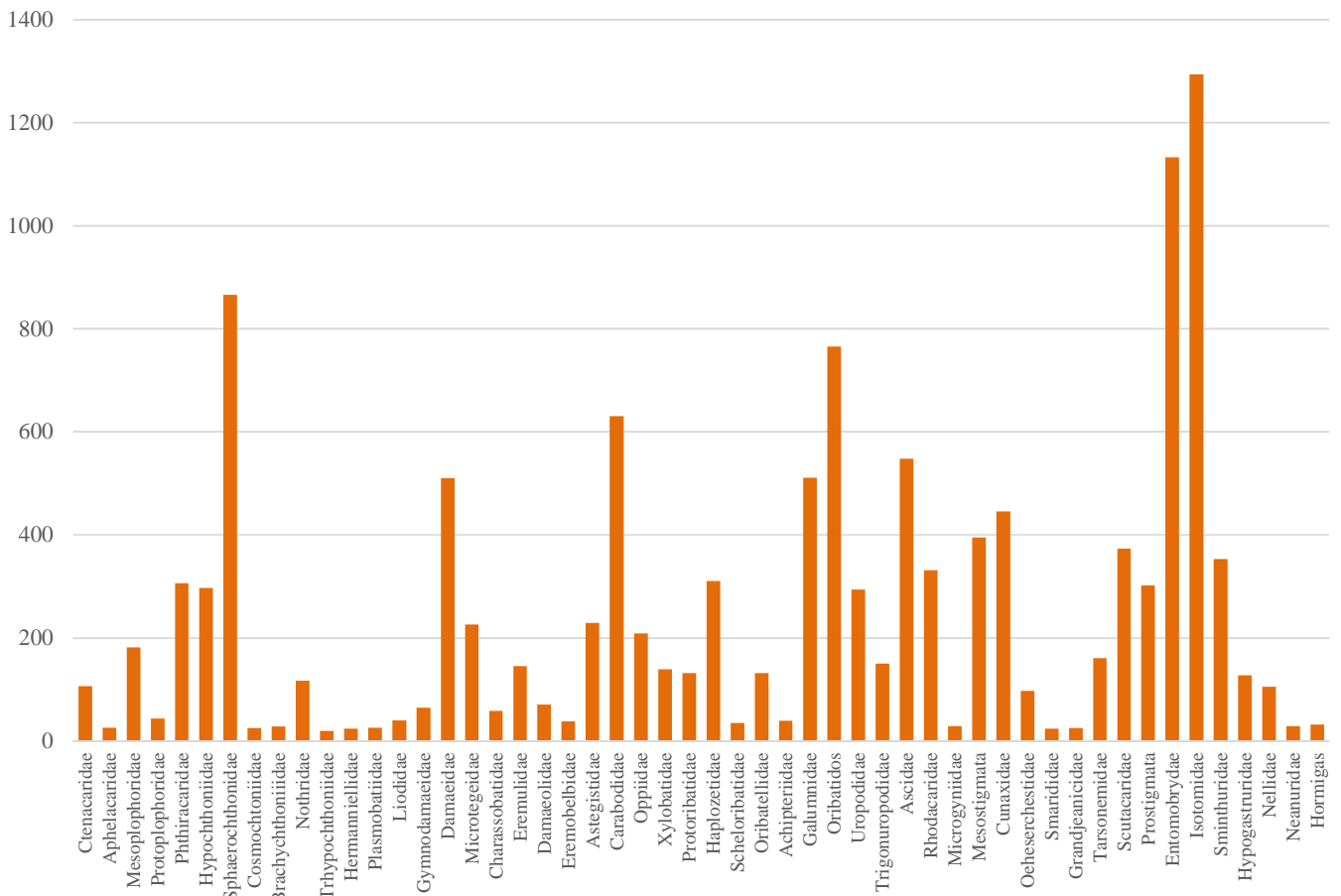


Figura 24. Gráfica de la abundancia de las familias de microartrópodos edáficos presentes en la selva baja inundable.

En la selva mediana subcaducifolia se obtuvo un total de 77 familias de las cuales los organismos más abundantes fueron los representantes de la familia Isotomidae (Collembola) con 1,059 ejemplares y ácaros de las familias Trhypochthoniidae con 664 y Sphaerochthonidae con 660 (Fig. 25).

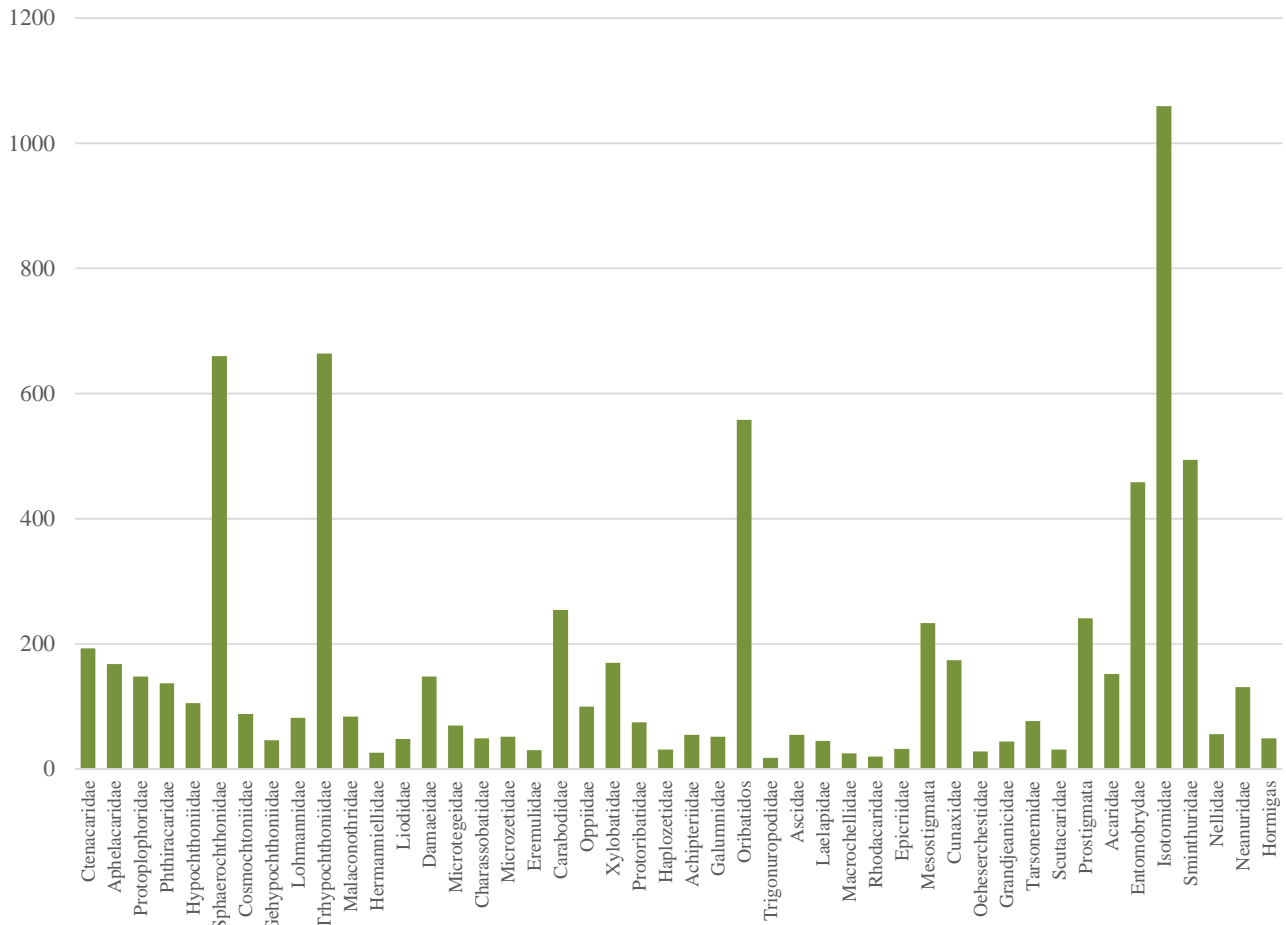


Figura 25. Gráfica de la abundancia de las familias de microartrópodos edáficos presentes en la selva mediana subcaducifolia.

La selva alta se presentó un total de 70 familias, las más abundantes fueron Hypochthoniidae con 293 y Microtegeidae con 189 ejemplares (Fig. 26).

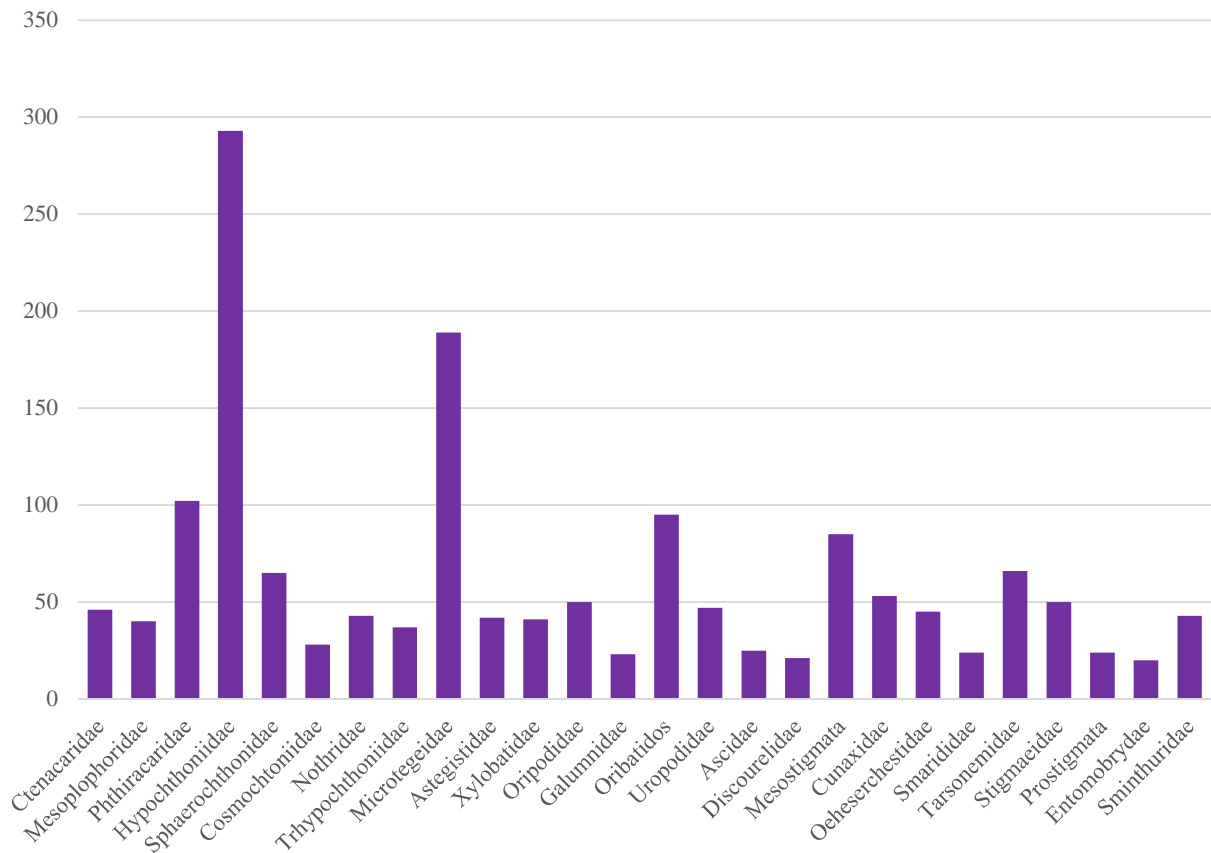


Figura 26. Gráfica de la abundancia de las familias de microartrópodos edáficos presentes en la selva alta.

En el ecotono de la selva mediana subcaducifolia y manglar se encontraron 67 familias, los organismos más abundantes fueron colémbolos de la familia Entomobryidae con 316 y ácaros Prostigmata de la familia Cunaxidae con 258 individuos (Fig. 27).

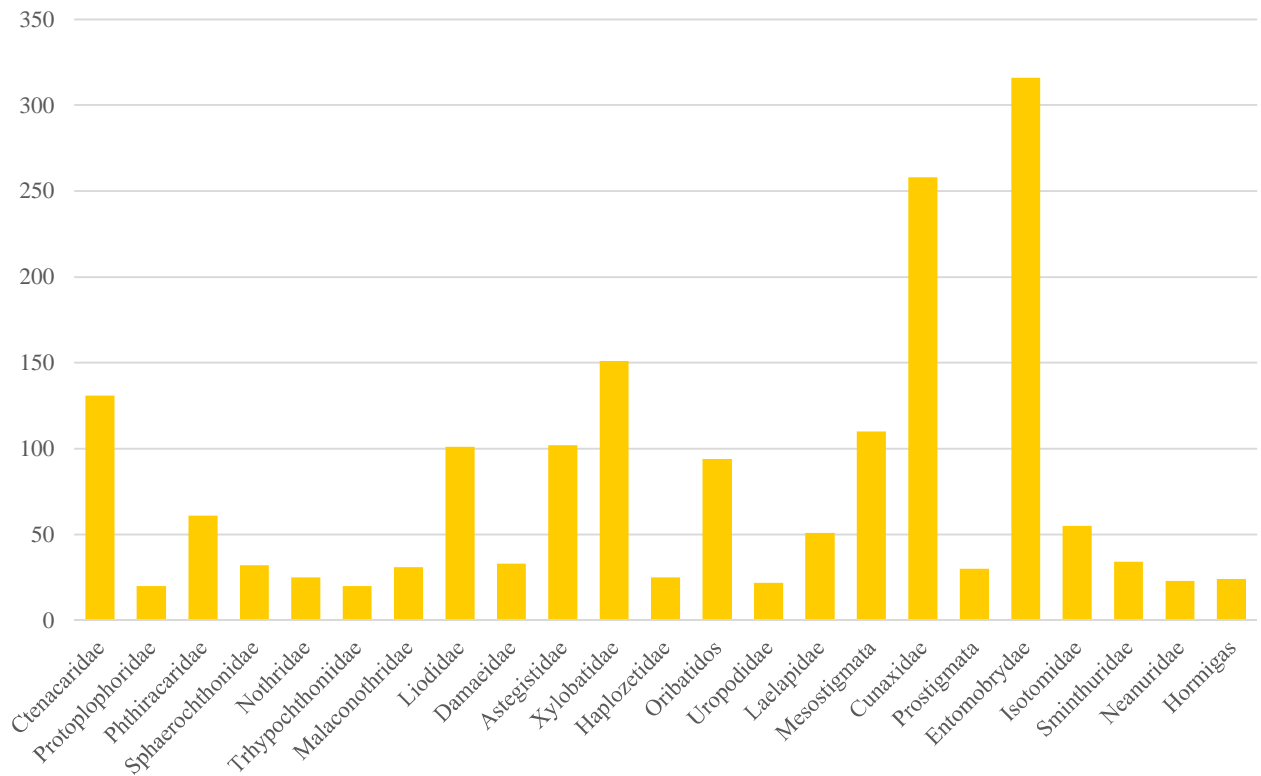


Figura 27. Gráfica de la abundancia de las familias de microartrópodos edáficos presentes en el ecotono de la selva mediana subcaducifolia y manglar.

En el sitio del manglar se colectaron un total de 69 familias de las cuales las más abundantes fueron ácaros Uropodina de la familia Uropodidae con 477 individuos y ácaros Mesostigmata de la familia Laelapidae con 403 ejemplares (Fig. 28).

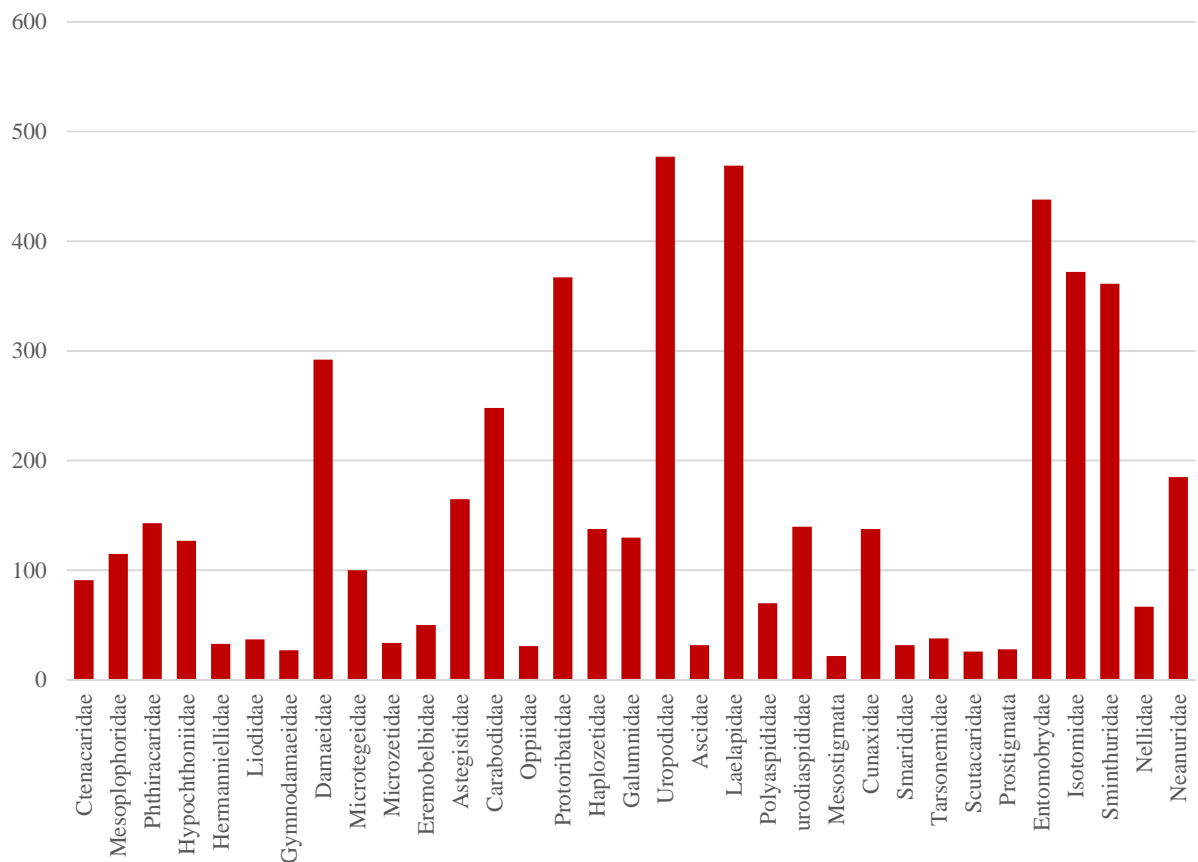


Figura 28. Gráfica de la abundancia de las familias de microartrópodos edáficos presentes en el manglar.

El número de familias en la duna costera fue de 63, las más abundantes de éstas fueron ácaros oribátidos de la familia Trhypochthoniidae con 1,126 y ácaros prostigmados de la familia 403 ejemplares (Fig. 29).

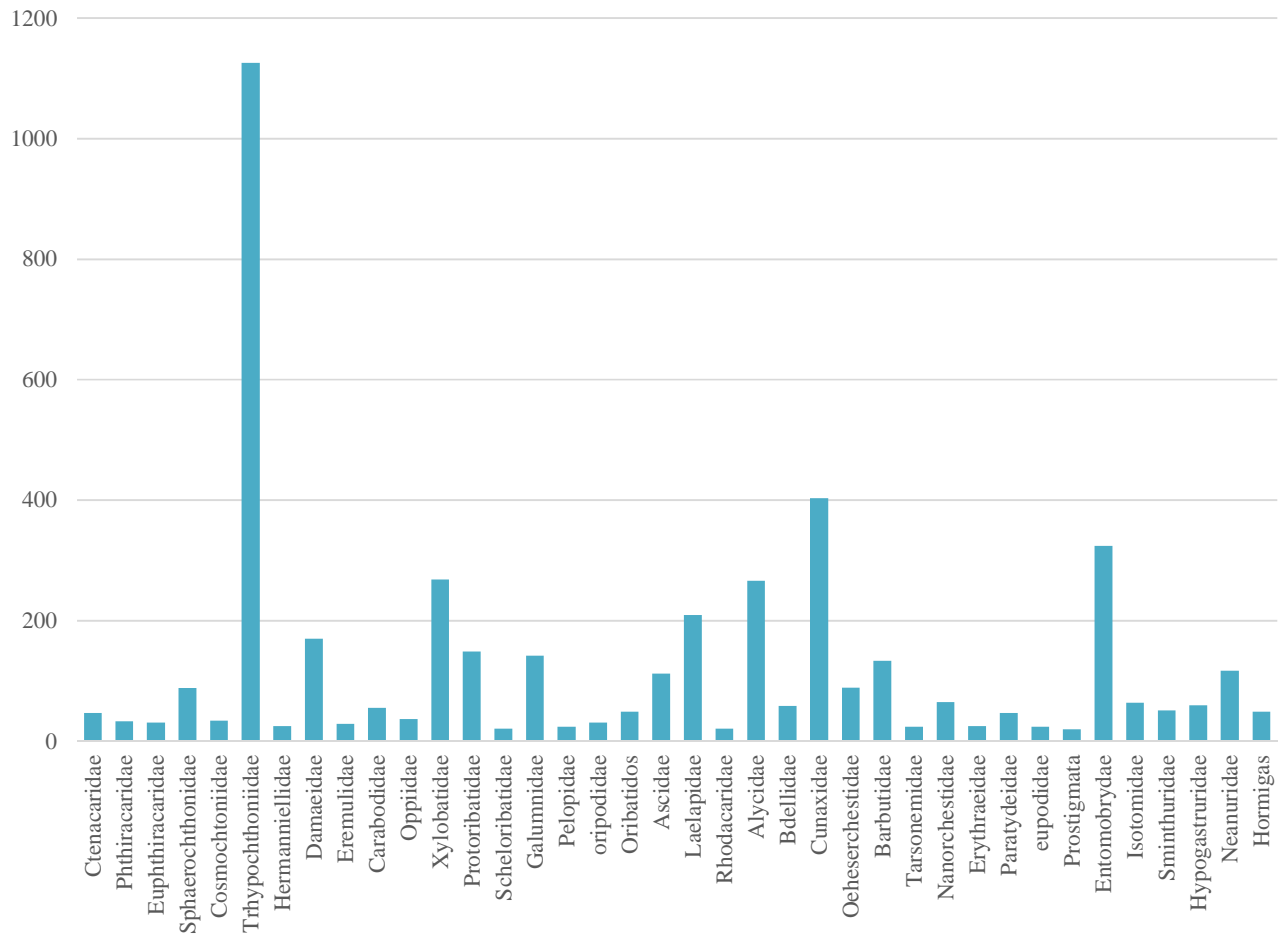


Figura 29. Gráfica de la abundancia de las familias de microartrópodos edáficos presentes en la duna costera.

Finalmente en el sitio del matorral costero se colectaron 46 familias de las cuales las más abundantes fueron ácaros oribátidos de la familia Trhypochthoniidae con 384 y ácaros prostigmados de la familia Lordalychidae con 366 individuos (Fig. 30).

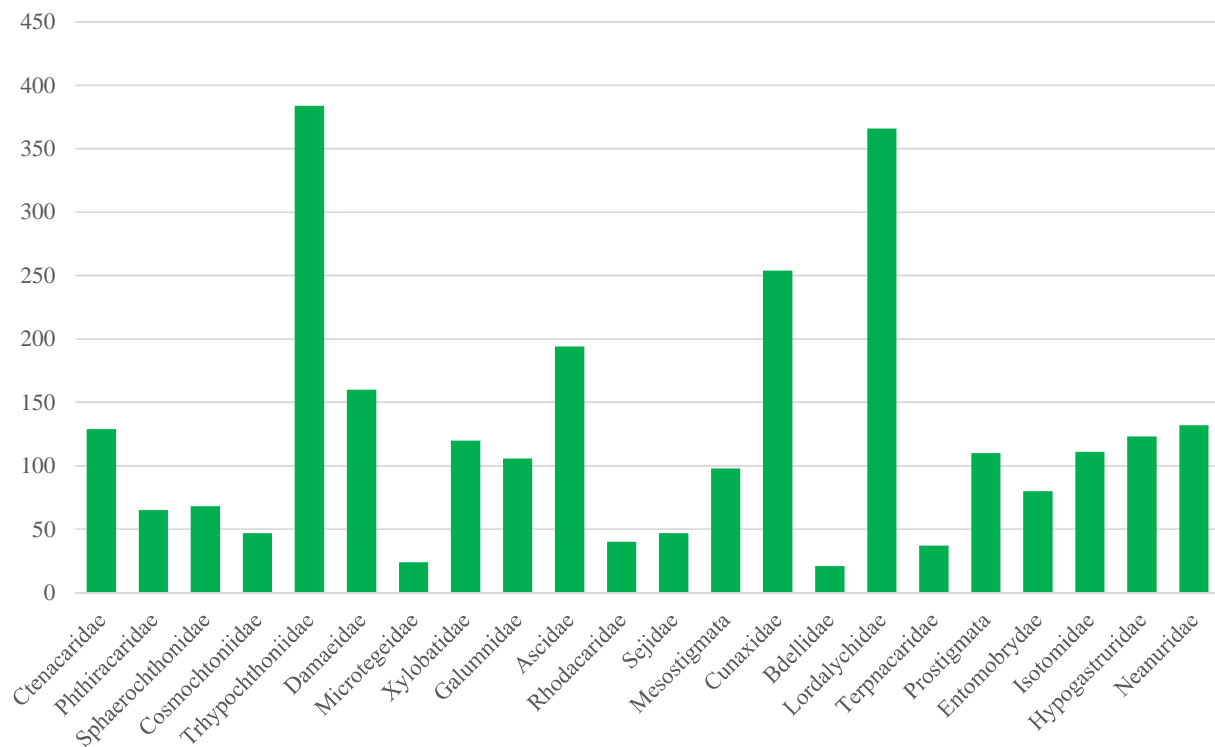


Figura 30. Gráfica de la abundancia de las familias de microartrópodos edáficos presentes en el matorral costero.

Se calculó la diversidad de Shannon-Wiener (H'), la equitatividad de Pielou (J') y la dominancia de Simpson (λ). El valor más alto de diversidad $H'= 3.496$, se registró en la selva baja inundable y que cuenta con la mayor riqueza de familias, se encontró el valor más alto de equitatividad $J'= 0.818$ en la selva alta, el valor más bajo de dominancia $\lambda=0.9113$ estuvo presente en la duna costera. El menor índice de diversidad $H'= 3.068$ se registró en el matorral costero y que cuenta con el menor número de familias (Cuadro 5).

Se observa que los ecosistemas que comparten similitud en la estructura de estas comunidades son la Selva baja inundable, la selva alta y la selva mediana subcaducifolia, mientras que por otro lado las comunidades que comparten semejanza en la estructura de su comunidad son el ecotono de selva mediana subcaducifolia y manglar, Manglar y la duna costera; en el matorral costero es el

ecosistema donde se aprecia claramente un cambio en la estructura de la comunidad y no muestra una relación estrecha en cuanto al número de familias.

Cuadro 5. Cuadro comparativo de la riqueza, abundancia e índices estadísticos (diversidad H' , equitatividad J' y dominancia λ).

	Selva baja inundable	Selva alta	Selva mediana subcaducifolia	Ecotono selva mediana y manglar	Manglar	Duna costera	Matorral costero
Riqueza	82	70	77	67	69	63	46
Abundancia	12819	1894	7771	2042	5293	4669	2913
H'	3.496	3.463	3.385	3.248	3.321	3.089	3.068
J'	0.7955	0.818	0.7817	0.7752	0.7843	0.7484	0.8059
λ	0.9566	0.9468	0.9453	0.9341	0.9493	0.9113	0.9353

Análisis de los resultados

Consideramos que el proyecto se llevó a cabo tal como se tenía planteado a la fecha de la entrega de este informe, sólo faltó de efectuar una colecta, la del mes de septiembre y la cual haremos entre el 28 y 29 de septiembre, comprometiéndonos a entregar la información adicional que se genere.

Se entrega una base de datos con 5,593 registros de organismos de microartrópodos edáficos colectados los cuales se corresponden a 308 especies. De estas especies 204 se identificaron a nivel de especie y 105 como nuevas especies distribuidas en 206 géneros y 115 familias.

Se había comprometido en el protocolo del proyecto la identificación de 180 especies de microartrópodos edáficos, por lo que podemos decir que cumplimos con esta meta y se aumentó en un 69% el porcentaje de especies determinadas incluyendo las nuevas especies que deberán ser descritas en un futuro.

Se entrega un banco de fotografías que cumplen con todos los requisitos que marca CONABIO. El banco de fotografías se corresponde a 180 especies aunque el total de fotografías asociadas a las especies son 409.

Analizando la curva de acumulación de especies (Figs. 31 y 32) (se realizó una curva de acumulación de especies al final del primer año de colecta y una segunda al término del segundo año) en ninguna de las dos se alcanzó la asíntota ya que el número de especies que se esperaba encontrar en la segunda curva es de 1,290 y en este estudio se encontraron sólo la cuarta parte de éstas. Esto se puede explicar desde varios puntos de vista:

1. La mayor riqueza de especies y la más alta biodiversidad edáfica está presente en las regiones tropicales y muy específicamente en las selvas y ecosistemas tropicales.
2. Falta mucho por conocer sobre los microartrópodos edáficos (ácaros, colémbolos, insectos y otros arácnidos) por lo que en los sitios estudiados se colectaron muchos ejemplares que no se correspondieron con ninguna especie descrita.
3. Falta de bibliografía: claves, artículos científicos donde se describen nuevas especies de otros grupos.
4. México forma parte de los países megadiversos y por lo tanto tampoco es extraño encontrar estos índices y valores tan altos.

Cada sitio estudiado presentó su propia comunidad y composición específica. Fue muy interesante encontrar asociaciones de grupos de ácaros considerados primitivos y Holárticos en las dunas costeras y/o en la vegetación de matorral costero, como por ejemplo ácaros de los géneros *Phyllozetes*, *Pterochtonius*, *Becklemishevia* y *Eohypochothonius*, así como varias familias de Prostigmata.

5. Es necesario aumentar el esfuerzo de colecta, esto implicaría más tiempo, más personas para el trabajo de campo y de laboratorio y más recursos económicos para realizarlo.
6. Es innegable que estos sitios albergan una gran riqueza y biodiversidad edáfica que apenas conocimos en una cuarta parte.

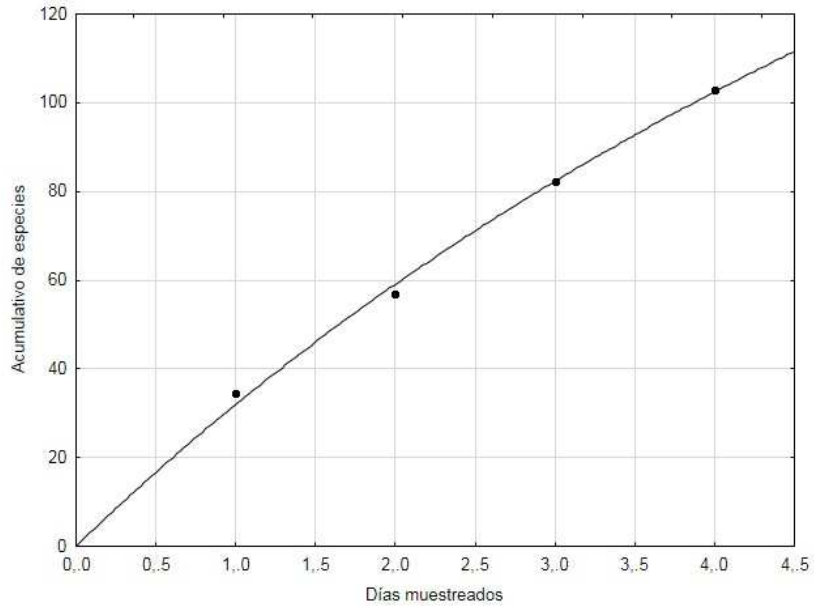


Figura 31. Curva de acumulación de especies de microartrópodos edáficos de Puerto Morelos elaborada al final del primer año de trabajo. Ajuste con la ecuación de Clench: S Mean=103; $R^2=0.9986$; $a/b=387$; pendiente=0.0901684.

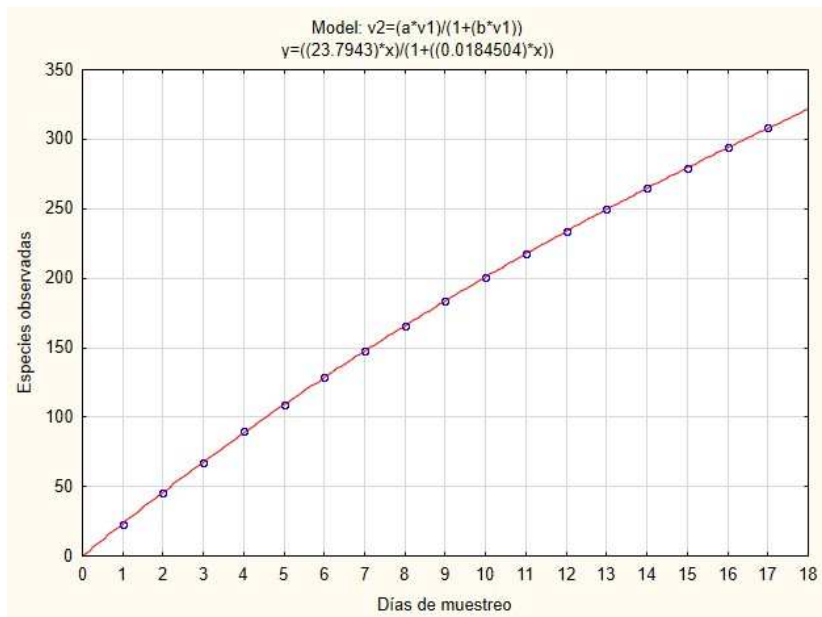


Figura 32. Curva de acumulación de especies del inventario de Puerto Morelos elaborada al final del segundo año de trabajo. Se muestra la curva con ajuste de Clench: Sobs= 308; $R^2=0.9999$; $a/b=1,290$

La selva alta, selva baja inundable y la selva mediana subcaducifolia fueron los ecosistemas donde se encontró la mayor riqueza de especies y la mayor biodiversidad.

Si bien las muestras fueron siempre de hojarasca y suelo, también se colectaban detritos en troncos en descomposición y detritos y humus en oquedades de grandes rocas los cuales eran arrastrados por la lluvia y depositados en los huecos de las rocas donde continuaban el proceso de descomposición.

La mayoría de los ácaros Uropodina fueron colectados en estos ambientes.

Los ecotonos también juegan un papel ecológico muy importante ya que permiten el intercambio de especies que se adaptan a vivir en un ambiente con características físico-geográficas del manglar, muy húmedo, en ocasiones con el nivel de agua más alto y la ladera de unas pequeñas colinas con selvas medianas subcaducifolia. En estos sitios que es el caso del Jardín Botánico de Puerto Morelos es donde se encuentra la colección de orquídeas, se encontraron compartiendo un mismo nicho ecológico dos especies nuevas de la familia Opilioacaridae (Acari: Notostigmata) siendo este caso único para México, de donde además se tienen descritas el mayor número de especies de ácaros Opilioacáridos (Cuadro 6) (Vázquez & Klompen, 2002, 2009, 2010, 2015).

Cuadro 6. Especies de la familia Opilioacaridae descritas de México.

Especie	Estado
1. <i>Neocarus bajacalifornicus</i> (Vázquez & Klompen, 2002)	Baja California Sur
2. <i>Neocarus bajacalifornicus chamelaensis</i> (Vázquez & Klompen, 2009)	Jalisco
3. <i>Neocarus calakmulensis</i> (Vázquez & Klompen, 2009)	Campeche
4. <i>Neocarus comalensis</i> (Vázquez & Klompen, 2015)	Guerrero
5. <i>Neocarus chactemalensis</i> (Vázquez & Klompen, 2015)	Quintana Roo
6. <i>Neocarus nohbecanus</i> (Vázquez & Klompen, 2002)	Quintana Roo
7. <i>Neocarus siankaanensis</i> (Vázquez & Klompen, 2002)	Quintana Roo

8. <i>Neocarus veracruzensis</i> (Vázquez & Klompen, 2009)	Veracruz
--	----------

Una tercera especie se colectó en la hojarasca del matorral costero. Esta morfoespecie se acerca al género *Caribeacarus* ya colectado en la Isla de Cozumel. Este es el primer registro de este género con una nueva especie de la parte continental de México pero que se corresponde con el Caribe.

Puerto Morelos es hasta ahora el único sitio de México de donde se han encontrado ejemplares pertenecientes a 3 diferentes especies de una familia de ácaros muy poco común y mucho menos abundante. Esto nos habla de la gran diversidad de microartrópodos edáficos presentes en el área.

El 52% de las especies reportadas en este estudio son nuevas para la ciencia.

El estudio de la riqueza y biodiversidad de microartrópodos edáficos de una zona de humedales del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos contribuye de manera muy significativa al conocimiento de la fauna edáfica de Quintana Roo, la Península de Yucatán y de México.

El estado de Quintana Roo es el estado de la República Mexicana de donde mejor se conoce la riqueza de especies de la fauna edáfica, su biodiversidad y su fenología (Palacios-Vargas, 2004; Vázquez, 2001).

A las 554 especies de fauna de microartrópodos registrados para la Isla de Cozumel en Q. Roo se pueden contabilizar 150 nuevos registros de especies de ácaros, colémbolos, hormigas, miriápodos y arácnidos que no estaban registrados para el estado ni para la región y muchas de ellas, no se habían registrado para ninguna parte de México, como por ejemplo: *Archoplophora rostralis*, algunas especies de *Brachychthonius*, así como algunas nuevas especies del género *Cosmochthonius*, de *Phyllozetes*, de *Eohypochthonius*, del género *Pergalumna*, del género *Malacoangelia*, de *Nothrus* y de *Scapheremaeus*. Del género *Sphaerochthonius* se tienen 3 morfoespecies y del género *Cosmochthonius* se

tienen 5 morfoespecies que no se corresponden con ninguna de las especies descritas.

La mayoría de las morfoespecies colectadas de Uropodina son nuevas especies. Este grupo además nos indica con su presencia y abundancia que los suelos son ricos en humus y por lo tanto muy fértiles.

Los ácaros Uropodina siempre estuvieron presentes en muestras de detritos de troncos o junto a detriteros de hormigas, así como en el humus y/o detritos de las oquedades de las rocas. Se tienen aproximadamente 20 morfoespecies pertenecientes a 17 géneros de Uropodina (Acari: Mesostigmata).

Los insectos colémbolos (Insecta: Collembola; Apterygota) son también considerados bioindicadores de determinadas condiciones ambientales. Requieren de suelos y ambientes húmedos para su sobrevivencia por lo que en temporada de secas son escasos y raros, apenas algunos Isotomidos e Hipogastruridos suelen aparecer en las muestras. Sin embargo en la temporada de lluvias y en el periodo posterior a estas, cuando la hojaraca está muy húmeda 80% o 90% de humedad aparecen en abundancia los colémbolos de la familia Entomobryidae, Sminthuridae, Neanuridae y Neelidae. Cada uno de estos grupos ocupa un nicho diferente; los Entomobridos se van a observar y coleccionar en abundancia en la parte superior de la hojarasca junto con los colémbolos Sminthuridos, mientras que los Neanuridos y Neelidos van a ser abundantes en las capas internas de la hojarasca donde hay mayor grado de descomposición.

Recomendaciones

La gran riqueza y la biodiversidad edáfica encontrada en este sitio debería ser considerado un argumento con suficiente valor ecológico y biológico para reforzar las formas del uso del suelo, conservar los ecosistemas o lo que queda de ellos, reforzar e implementar mejores medidas de seguridad y observancia de la legislación ambiental.

El Jardín Botánico se ha convertido en una verdadera reserva de la biósfera donde se encuentran representadas las principales asociaciones vegetales que existen

en la región, como son: a) selva baja inundable, b) selva mediana subcaducifolia, c) selva alta subcaducifolia, d) manglar, e) tasistal, f) palmares y g) ecotonos entre algunos de ellos. Fuera del Jardín Botánico estas asociaciones prácticamente han desaparecido para dar lugar a las Marinas, hoteles, condominios, campos de golf y todo tipo de desarrollos turísticos amén del crecimiento poblacional y desarrollo de las ciudades de apoyo como el Municipio de Puerto Morelos en el estado de Quintana Roo, México.

Conclusiones

- 1) La selva baja inundable y la selva mediana subcaducifolia presentaron los índices más altos de riqueza de especies de microartrópodos edáficos.
- 2) El mayor número de especies de ácaros oribátidos se encontró en la selva mediana subcaducifolia y en los ecotonos entre la selva mediana subcaducifolia y el manglar, así como entre la selva mediana subcaducifolia y la selva baja inundable.
- 3) Puerto Morelos es el único sitio de México en donde se han colectado dos especies de la familia *Opilioacaridae* compartiendo un nicho y un ecosistema: troncos en descomposición y sus detritos del área del orquidiario del Jardín Botánico de Puerto Morelos más una especie nueva de la zona de manglar.
Junto con Cozumel mantienen el registro de dos de los géneros de la familia *Opilioacaridae* los cuales son: *Neocarus* y *Caribeacarus* (Vázquez y Klompen, 2007).
- 4) El 52% de las especies reportadas en este estudio son nuevas para la Ciencia. Esto es muy significativo e importante, ya que el sitio alberga una gran biodiversidad, la cual debe ser mejor conservada.

El estudio "Riqueza de especies y biodiversidad edáfica de una zona de humedales del Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos, Quintana Roo, México" N° de Reg. LH012 viene a contribuir con un 52% de conocimiento que se tenía de la fauna del suelo de México.

El área del Jardín Botánico de Puerto Morelos, Dr. Alfredo Barrera Marín, así como la zona de manglar y dunas costeras presentan un valor muy alto en cuanto a riqueza de especies y biodiversidad.

Sin embargo es necesario aclarar que el estudio se realizó en áreas bien conservadas y protegidas, lo cual no se corresponde con el resto del área en la que la vegetación ha sido talada, y en los manglares grandísimas extensiones han sido rellenadas y alterado el flujo del agua.

ANEXO 1

Lista de especies y nuevas especies del Proyecto LH012 “Riqueza de especies y biodiversidad edáfica de una zona de humedales del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo, México”

Familia	Género	Especie
ACARIFORMES		
1 Adamystidae	Adamystis	<i>fonsi</i>
2 Alycidae	Bimichaelia	<i>diadema</i>
3	Bimichaelia	<i>disetosa</i>
4	Amphialycus	<i>oblongus</i>
5	Alycus	<i>sp. 1</i>
6	Laminamichaelia	<i>sp. 1</i>
7	Pachygnathus	<i>sp. 1</i>
8	Alycus	<i>sp. 2</i>
9	Laminamichaelia	<i>sp. 2</i>
10 Anystidae	Erythracarus	<i>nasutus</i>
11 Bdellidae	Spinibdella	<i>depressa</i>
12	Bdella	<i>longicornis</i>
13	Bdellodes	<i>longirostris</i>
14	Bdella	<i>sp. 1</i>
15	Spinibdella	<i>thori</i>
16 Caeculidae	Procaeculus	<i>bryani</i>
17	Caeculus	<i>sp. 1</i>
18 Cunaxidae	Dactyloscirus	<i>bakeri</i>
19	Pulaeus	<i>pectinatus</i>
20	Cunaxa	<i>setirostris</i>
21	Dactyloscirus	<i>smileyi</i>
22	Pulaeus	<i>sp. 1</i>
23	Cunaxa	<i>veracruzana</i>
24 Ereynetidae	Boydaia	<i>sturni</i>
25 Erythraeidae	Erythrites	<i>sp. 1</i>
26 Eupodidae	Eupodes	<i>longisetatus</i>
27	Eupodes	<i>sigmoidensis</i>
28 Iolinidae	Iolina	<i>nana</i>

29	Lordalychidae	Lordalychus	<i>peraltus</i>
30		Hybalius	<i>sp. 1</i>
31	Microtrombidiidae	Microtrombidium	<i>sp. 1</i>
32		Microtrombidium	<i>sp. 2</i>
33	Nanorchestidae	Nanorchestes	<i>sp. 1</i>
34		Neonanorchestes	<i>sp. 1</i>
35		Nanorchestes	<i>sp. 2</i>
36		Neonanorchestes	<i>sp. 2</i>
37	Oehserchestidae	Oehserchestes	<i>humicolous</i>
38		Grandjeanicus	<i>uncus</i>
39	Penthalodidae	Stereotydeus	<i>longipes</i>
40	Raphignathidae	Raphignathus	<i>sp. 1</i>
41	Rhagidiidae	Robustocheles	<i>mucronata</i>
42	Saproglyphidae	Calvolia	<i>sp. 1</i>
43	Scutacaridae	Scutacarus	<i>sp. 1</i>
44	Smarididae	Calorema	<i>azteka</i>
45		Smaris	<i>granjeani</i>
46	Stigmaeidae	Stigmaeus	<i>scaber</i>
47		Ledermuelleriopsis	<i>terrulenta</i>
48	Tarsonemidae	Tarsonemus	<i>sp. 1</i>
49	Terpnacaridae	Terpnacarus	<i>sp. 1</i>

ORIBATIDA

50	Anderemaeidae	Cristeremaeus	<i>humeratus</i>
51	Aphelacaridae	Aphelacarus	<i>sp. 1</i>
52	Basilobelbidae	Basilobelba	<i>insularis</i>
53		Basilobelba	<i>weneri</i>
54	Brachychthoniidae	Brachychthonius	<i>elsosneadensis</i>
55		Liochthonius	<i>fimbriatissimus</i>
56		Brachychthonius	<i>foliatus</i>
57		Brachychthonius	<i>sp. 1</i>
58		Brachychthonius	<i>sp. 2</i>
59		Poecilochthonius	<i>spiciger</i>
60		Brachychochthonius	<i>tropicus</i>
61	Camisiidae	Platynothrus	<i>robustior</i>

62	Carabodidae	Cubabodes	<i>confertus</i>
63		Austrocarabodes	<i>davisi</i>
64		Pentabodes	<i>inopinatus</i>
65		Tectocarabodes	<i>monstruosus</i>
66		Klapperiches	<i>nigrisetosus</i>
67		Cubabodes	<i>radiatus</i>
68		Cubabodes	<i>verrucatus</i>
69	Cepheidae	Reticulocepheus	<i>decouii</i>
70		Reticulocepheus	<i>sp. 1</i>
71	Ceratozetidae	Guatemalozetes	<i>aelleni</i>
72	Charassobatidae	Charassobates	<i>baudi</i>
73		Charassobates	<i>minimus</i>
74		Charassobates	<i>tuberosus</i>
75	Cosmochthoniidae	Cosmochthonius	<i>desaussurei</i>
76		Cosmochthonius	<i>sp. 1</i>
77		Phyllozetes	<i>sp. 1</i>
78		Cosmochthonius	<i>sp. 2</i>
79		Cosmochthonius	<i>sp. 3</i>
80		Cosmochthonius	<i>sp. 4</i>
81		Cosmochthonius	<i>sp. 5</i>
82	Ctenacaridae	Ctenacarus	<i>araneola</i>
83		Beklemishevia	<i>barbata</i>
84	Cymbaeremaeidae	Scapheremaeus	<i>sp. 1</i>
85	Damaeolidae	Fosseremus	<i>saltaensis</i>
86	Dampfiellidae	Beckiella	<i>borhidii</i>
87		Beckiella	<i>foveolata</i>
88		Beckiella	<i>microseta</i>
89		Beckiella	<i>sp. 1</i>
90	Eremaeozetidae	Eremaeozetes	<i>acutus</i>
91	Eremobelbidae	Eremobelba	<i>piffli</i>
92	Eremulidae	Eremulus	<i>brasiliensis</i>
93		Eremulus	<i>foveolatus</i>
94		Eremulus	<i>rigidisetosus</i>
95	Euphthiracaridae	Euphthiracarus	<i>sp. 1</i>

	(Brasiliotritia)	
96	Galumnidae	Pergalumna <i>aegra</i>
97		Galumna <i>hamifer</i>
98		Pergalumna <i>longisetosa</i>
99		Galumna <i>pallida</i>
100		Pergalumna <i>plumata</i>
101	Granuloppiidae	Macrosoma <i>rugosa</i>
102	Gymnodamaeidae	Plesiodamaeus <i>tuberculatus</i>
103	Haplozetidae	Rostrozetes <i>angulifer</i>
104		Rostrozetes <i>foveolatus</i>
105		Peloribates <i>grandis</i>
106		Haplozetes <i>triungulatus</i>
107	Hermaniellidae	Baloghacarus <i>hauseri</i>
108		Sacculobates <i>horologiorum</i>
109		Ampullobates <i>nigriclavatus</i>
110	Hypochthoniidae	Eohypochthonius <i>gracilis</i>
111		Eohypochthonius <i>sp. 1</i>
112		Hypochthonius <i>sp. 1</i>
113		Malacoangelia <i>sp. 1</i>
114		Eohypochthonius <i>travei</i>
115	Idiodamaeidae	Austrodamaeus <i>sp. 1</i>
116		Austrodamaeus <i>trisetosus</i>
117	Liodidae	Teleioliodes <i>ghanensis</i>
118		Platyliodes <i>japonicus</i>
119		Teleioliodes <i>madininensis</i>
120		Liodes <i>terrestris</i>
121		Teleioliodes <i>zikani</i>
122	Lohmanniidae	Nesiacarus <i>australis</i>
123		Torpacarus <i>callipygus</i>
124		Vepracarus <i>incompletus</i>
125		Lohmannia <i>juliae</i>
126		Annectacarus <i>mucronatus</i>
127		Heptacarus <i>supertrichus</i>

128		Torpacarus	<i>Ommitens ommitens</i>
129	Malaconothridae	Trimalaconothrus	<i>blancus</i>
130		Malaconothrus	<i>hauseri</i>
131	Mesoplophoridae	Mesoplophora	<i>gaveae</i>
132		Mesoplophora	<i>hauseri</i>
133		Mesoplophora	<i>michaeliana</i>
134		Archoplophora	<i>rostralis</i>
135		Mesoplophora	<i>sp. 1</i>
136		Mesoplophora	<i>sp. 2</i>
137		Mesoplophora	<i>sp. 3</i>
138	Microtegeidae	Microtegeus	<i>borhidii</i>
139		Microtegeus	<i>humeratus</i>
140		Microtegeus	<i>mexicanus</i>
141		Microtegeus	<i>quadristriatus</i>
142		Microtegeus	<i>similis</i>
143	Microzetidae	Austrozetes	<i>brazilianus</i>
144		Acaroceras	<i>feideri</i>
145		Schalleriella	<i>gravouwensis</i>
146		Schalleria	<i>martii</i>
147		Trichozetes	<i>neotrichus</i>
148		Schizozetes	<i>quadrilineatus</i>
149	Mochlozetidae	Uracrobates	<i>incertus</i>
150		Podoribates	<i>pratensis</i>
151	Nanhermanniidae	Nanhermannia	<i>elegantissima</i>
152		Cyrthermannia	<i>symplex</i>
153	Nasobatidae	Nasobates	<i>mirabilis</i>
154	Nothridae	Nothrus	<i>biciliatus</i>
155		Nothrus	<i>crassisetosus</i>
156		Nothrus	<i>discifer</i>
157		Nothrus	<i>gracilis</i>
158		Nothrus	<i>sp. 1</i>
159		Nothrus	<i>willmanni</i>
160	Oppiidae	Globoppia	<i>argentinensis</i>

161	Austroppia	<i>crozetensis</i>
162	Discoppia	<i>limae</i>
163	Austroppia	<i>petrohuensis</i>
164	Oribotritiidae Perutritia	<i>amazonensis</i>
165	Oripodidae Benoibates	<i>amazonicus</i>
166	Benoibates	<i>flagellifer</i>
167	Oripoda	<i>longiseta</i>
168	Exoripoda	<i>suramericana</i>
169	Parhypochthoniidae Parhypochthonius	<i>aphidinus</i>
170	Pedrocortesellidae Hexachaetoniella	<i>japonica</i>
171	Peloppiidae Metapyroppia	<i>dorata</i>
172	Phenopelopidae Peloptulus	<i>foveolatus</i>
173	Pheroliodidae Pheroliodes	<i>roblensis</i>
174	Phthiracaridae Hoplophthiracarus	<i>dubius</i>
175	Hoplophorella	<i>floridae</i>
176	Hoplophorella	<i>fonseciai</i>
177	Hoplophorella	<i>kulczynski</i>
178	Hoplophthiracarus	<i>latebrosus</i>
179	Archiphthiracarus	<i>minutissimus</i>
180	Rafacarus	<i>rafalski</i>
181	Hoplophorella	<i>scapellata</i>
182	Notophthiracarus	<i>schizocoma</i>
183	Hoplophorella	<i>sp. 1</i>
184	Protophthiracarus	<i>sp. 1</i>
185	Plasmobatidae Solenozetes	<i>carinatus</i>
186	Orbiculobates	<i>orbiculus</i>
187	Plasmobates	<i>pagoda</i>
188	Plateremaeidae Phereliodes	<i>elegans</i>
189	Phereliodes	<i>intermedius</i>
190	Lopheremaeus	<i>mirabilis</i>
191	Prothoplophoridae Cryptoplophora	<i>abscondita</i>
192	Csibiplophora	<i>genavensium</i>
193	Prototritia	<i>glomerata</i>
194	Protoribatidae Brasilobates	<i>bipilis</i>

195	Pterochthoniidae	Pterochthonius	<i>angelus</i>
196	Scheloribatidae	Ischeloribates	<i>brevialatus</i>
197		Scheloribates	<i>curvialatus</i>
198		Ischeloribates	<i>fissuratus</i>
199		Ischeloribates	<i>rostratus</i>
200		Scheloribates	<i>sp. 1</i>
201		Scheloribates	<i>vulgaris</i>
202	Sphaerochthoniidae	Sphaerochthonius	<i>sp. 1</i>
203		Sphaerochthonius	<i>sp. 2</i>
204		Sphaerochthonius	<i>sp. 3</i>
205		Sphaerochthonius	<i>suzukii</i>
206	Trhypochthonidae	Trhypochthonius	<i>breviclava</i>
207		Archegozetes	<i>longisetosus</i>
208		Archegozetes	<i>neotropicus</i>
209		Allonothrus	<i>russeolus</i>
210		Archegozetes	<i>sp. 1</i>
211	Xenillidae	Xenillus	<i>hammerae</i>
212		Xenillus	<i>lawrencei</i>
213	Xylobatidae	Xylobates	<i>antillensis</i>
214		Setoxylobates	<i>foveolatus</i>
215		Perxylobates	<i>vermiseta</i>
216	Zetorchestidae	Zetorchestes	<i>schusteri</i>

PARASITIFORMES

Mesostigmata

217	Ascidae	Asca	<i>sp. 1</i>
218		Asca	<i>sp. 2</i>
219	Heterozerconidae	Heterozercon	<i>sp. 1</i>
220		Heterozercon	<i>sp. 2</i>
221	Laelapidae	Laelaps	<i>hilaris</i>
222		Hypoaspis	<i>krameri</i>
223		Laelaps	<i>sp. 1</i>
224		Ololaelaps	<i>sp. 1</i>
225		Ololaelaps	<i>sp. 2</i>
226	Macrochelidae	Macrocheles	<i>sp. 1</i>

227		Macrocheles	<i>sp. 2</i>
228	Ologamasidae	Gamasellus	<i>sp. 1</i>
Uropodina			
229	Cyllibulidae	Cyllibula	<i>sp. 1</i>
230	Deraiphoridae	Deraiphorus	<i>sp. 1</i>
231	Dinychidae	Dinychus	<i>sp. 1</i>
232	Discourellidae	Discourella	<i>sp. 1</i>
233	Nenteriidae	Nenteria	<i>sp. 1</i>
234	Oplitidae	Oplitis	<i>sp. 1</i>
235	Polyaspididae	Polyaspis	<i>sp. 1</i>
236	Rotundabaloghiidae	Rotundabaloghia	<i>sp. 1</i>
237	Trachyuropodidae	Phymatodiscus	<i>sp. 1</i>
238		Trachyuropoda	<i>sp. 1</i>
239	Trichouropodellidae	Trichouropodella	<i>sp. 1</i>
240	Trichouropodidae	Trichouropoda	<i>sp. 1</i>
241	Trigonuropodidae	Trigonuropoda	<i>sp. 1</i>
242	Urodiaspididae	Urodiaspis	<i>sp. 1</i>
243	Urodinychidae	Uroobovella	<i>sp. 1</i>
244		Uroobovella	<i>sp. 2</i>
245	Uropodidae	Eutrachytes	<i>maya</i>
246		Uropoda	<i>solarissima</i>
247		Uropoda	<i>sp. 1</i>
248		Uropoda	<i>sp. 2</i>
Notostigmata			
249	Opilioacaridae	Neocarus	<i>sp. 1</i>
250		Neocarus	<i>sp. 2</i>
251		Caribeacarus	<i>sp. 1</i>
COLLEMBOLA			
Entomobryomorpha			
252	Entomobryidae	Entomobrya	<i>sp. 1</i>
253		Lepidocyrtus	<i>sp. 1</i>
254		Entomobrya	<i>sp. 2</i>
255	Isotomidae	Isotomiella	<i>minor</i>
256		Isotoma	<i>sp. 1</i>

257		Isotomodes	<i>sp. 1</i>
258		Isotomurus	<i>sp. 1</i>
259		Isotoma	<i>viridis</i>
260	Paronellidae	Trogolaphysa	<i>sp. 1</i>
Neelipleona			
261	Neelidae	Megalothorax	<i>minimus</i>
262		Neelus	<i>minutus</i>
Poduomorpha			
263	Neanuridae	Pseudachorutes	<i>aphysus</i>
264		Pseudachorutes	<i>aureofasciatus</i>
265		Pseudachorutes	<i>indiana</i>
266		Friesea	<i>polla</i>
267		Friesea	<i>reducta</i>
268		Friesea	<i>sp. 1</i>
269		Pseudachorutes	<i>sp. 1</i>
270		Friesea	<i>sp. 2</i>
271		Pseudachorutes	<i>sp. 2</i>
272		Pseudachorutes	<i>sp. 3</i>
Symphyleona			
273	Bourletiellidae	Stenognathriopes	<i>siankaana</i>
274	Katiannidae	Sminthurinus	<i>sp. 1</i>
275	Sminthuridae	Sminthurus	<i>medialis</i>
276		Dietersminthurus	<i>sp. 1</i>
277		Sminthurus	<i>sp. 1</i>
278		Sphyrotheca	<i>sp. 1</i>
279		Sphyrotheca	<i>sp. 2</i>
280		Sphyrotheca	<i>sp. 3</i>
281	Sminthurididae	Sminthurides	<i>sp. 1</i>
HYMENOPTERA			
282	Formicidae	Camponotus	<i>atriceps</i>
283		Wasmannia	<i>auropunctata</i>
284		Monomorium	<i>cyaneum</i>
285		Brachymyrmex	<i>depilis</i>
286		Monomorium	<i>ebenium</i>

287	Strumigenys	<i>elongata</i>
288	Solenopsis	<i>globularia</i>
289	Dorymyrmex	<i>insanus</i>
290	Paratrechina	<i>longicornis</i>
291	Brachymyrmex	<i>minutus</i>
292	Rasopone	<i>pergandei</i>
293	Cyphomyrmex	<i>rimosus</i>
294	Ectatomma	<i>ruidum</i>
295	Camponotus	<i>sericeiventris</i>
296	Camponotus	<i>sp. 1</i>
297	Perissomyrmex	<i>sp. 1</i>
298	Pheidole	<i>sp. 1</i>
299	Solenopsis	<i>sp. 1</i>
300	Solenopsis	<i>sp. 2</i>
301	Ectatomma	<i>tuberculatum</i>
	Amblypygi	
302	Phrynidae Phrynus	<i>parvulus</i>
	Lepidoptera	
303	Nymphalidae Biblis	<i>hyperia aganisa</i>
304	Mestra	<i>dorcas amymone</i>
	Polydesmida	
305	Sphaeriodesmidae Sphaeriodesmus	<i>coriaceus</i>
306	Chelodesmidae Chondrodesmus	<i>sabachanus</i>
	Pseudoscorpiones	
307	Chernetidae Coprochernes	<i>quintanarroensis</i>
	Scorpiones	
308	Buthidae Centruroides	<i>gracilis</i>

ANEXO 2.

Caracterización de los humedales estudiados de acuerdo a la percepción del grupo de colecta.

Selva baja inundable:

Nombre Común	Nombre científico	%	Dominancia	Tipo de suelo	Coordenadas	Id sitio
Pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i>	5	Baja	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81
Piñas	<i>Bromelia pinguin</i> <i>Bromelia terrestre</i>	15	Baja	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81
Lianas	<i>Passiflora coriacea</i>	5	Baja	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81
Akits	<i>Thavetia gaumeri</i>	5	Baja	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	40	Alta	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81
Chacá	<i>Bursera simaruba</i>	20	Media	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81
Pimienta	<i>Pimenta dioica</i>	5	Baja	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81
Palmera de chit	<i>Thrinax radiata</i>	5	Baja	Phaeozem	N 20° 50' 24.5" W 86° 54' 16.5"	81

Selva alta:

Nombre Común	Nombre científico	%	Dominancia	Tipo de suelo	Coordenadas	Id sitio
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	20	Alta	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Pixoy	<i>Guazuma ulmifolia</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Palma chit	<i>Thrinax radiata</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Gramíneas	<i>Cyperus ligularis</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Guano	<i>Sabal yapa</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Bromelias	<i>Philodendron oxycardium</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Chechén	<i>Metopium brownei</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Chacá	<i>Bursera simaruba</i>	10	Baja	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Pich	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Caracolillo	<i>Sideroxylon gaumeri</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82
Cornezuelo	<i>Acacia cornigera</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 49.5" W 86° 54' 2.8"	82

Ecotono de selva mediana subcaducifolia y manglar:

Nombre Común	Nombre científico	%	Dominancia	Tipo de suelo	Coordenadas 1	Id sitio 1	Coordenadas 2	Id sitio 2
Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	25	Media	Ak'alche o vertisol gléyico	N 20° 50' 31.2" W 86° 54'10.7"	83	N 20° 50' 45.9" W 86° 53'58.2"	88
Mangle blanco	<i>Laguncularia racemosa</i>	15	Baja	Ak'alche o vertisol gléyico	N 20° 50' 31.2" W 86° 54'10.7"	83	N 20° 50' 45.9" W 86° 53'58.2"	88
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	25	Media	Ak'alche o vertisol gléyico	N 20° 50' 31.2" W 86° 54'10.7"	83	N 20° 50' 45.9" W 86° 53'58.2"	88
Guano	<i>Sabal yapa</i>	10	Baja	Ak'alche o vertisol gléyico	N 20° 50' 31.2" W 86° 54'10.7"	83	N 20° 50' 45.9" W 86° 53'58.2"	88
Chit	<i>Thrinax radiata</i>	20	Media	Ak'alche o vertisol gléyico	N 20° 50' 31.2" W 86° 54'10.7"	83	N 20° 50' 45.9" W 86° 53'58.2"	88
Caracolillo	<i>Sideroxylon gaumeri</i>	5	Baja	Ak'alche o vertisol gléyico	N 20° 50' 31.2" W 86° 54'10.7"	83	N 20° 50' 45.9" W 86° 53'58.2"	88

Selva mediana subcaducifolia:

Nombre Común	Nombre científico	%	Dominancia	Tipo de suelo	Coordenadas 1	Id sitio 1	Coordenadas 2	Id sitio 2
Palma	<i>Roystonea regia</i>	10	Alta	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Yaite	<i>Gymnanthes lucida</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Pimienta	<i>Pimenta dioica</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Nacax	<i>Coccothrinax readii</i>	15	Media	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Guano	<i>Sabal yapa</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Chacá	<i>Bursera simaruba</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Waxim	<i>Acacia dolichostachya</i>	10	Alta	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Subin	<i>Acacia collinsi</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
Yaxnik	<i>Vitex gaumeri</i>	5	Baja	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91

Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	10	Media	Leptosol	N 20° 50' 27.9" W 86° 54' 12.1"	84	N 20°50'37.6" W 86°54'06.4"	91
-------	---------------------------	----	-------	----------	------------------------------------	----	--------------------------------	----

Duna costera:

Nombre Común	Nombre científico	%	Dominancia	Tipo de suelo	Coordenadas 1	Id sitio 1	Coordenadas 2	Id sitio 2
Hierba de arena	<i>Ernodea littoralis</i>	20	Media	Arenosol	N 20° 49' 24.9" W 86° 53' 53.6"	86	N 20° 52' 2.6" W 86° 52' 3.8"	87
Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>	20	Media	Arenosol	N 20° 49' 24.9" W 86° 53' 53.6"	86	N 20° 52' 2.6" W 86° 52' 3.8"	87
Ciricote de playa	<i>Cordia sebestena</i>	10	Baja	Arenosol	N 20° 49' 24.9" W 86° 53' 53.6"	86	N 20° 52' 2.6" W 86° 52' 3.8"	87
Palma	<i>Roystonea regia</i>	10	Baja	Arenosol	N 20° 49' 24.9" W 86° 53' 53.6"	86	N 20° 52' 2.6" W 86° 52' 3.8"	87
Riñoñina	<i>Ipomoea pescaprae</i>	30	Alta	Arenosol	N 20° 49' 24.9" W 86° 53' 53.6"	86	N 20° 52' 2.6" W 86° 52' 3.8"	87
Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	10	Baja	Arenosol	N 20° 49' 24.9" W 86° 53' 53.6"	86	N 20° 52' 2.6" W 86° 52' 3.8"	87

Manglar:

Nombre Común	Nombre científico	%	Dominancia	Tipo de suelo	Coordenadas	Id sitio
Mangle blanco	<i>Laguncularia racemosa</i>	20	Baja	Arenosol	N 20° 50' 44.1" W 86° 53' 58.9"	90
Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>	45	Alta	Arenosol	N 20° 50' 44.1" W 86° 53' 58.9"	90
Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	35	Media	Arenosol	N 20° 50' 44.1" W 86° 53' 58.9"	90

Matorral costero:

Nombre Común	Nombre científico	%	Dominancia	Tipo de suelo	Coordenadas	Id sitio
Mangle botonicillo	<i>Conocarpus erectus</i>	20	Alta	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	15	Media	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
Palmas chit	<i>Thrinax radiata</i>	20	Alta	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
Ciricote de playa	<i>Cordia sebestena</i>	15	Media	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
K'an lool	<i>Senna racemosa</i>	10	Media	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
Ya'ax k'aax	<i>Pithecellobium keyense</i>	5	Baja	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
Trompillo	<i>Astrocasia tremula</i>	5	Baja	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92

Orégano de playa	<i>Lantana involucrata</i>	5	Baja	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92
Julub	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	5	Baja	Arenosol	N 20° 52' 03.0" W 86° 50' 05.0"	92

ANEXO 3

Clasificación de los humedales estudiados.

	Ámbito	Sistema	Subsistema	Clase	Subclase	Tipo dominante
DUNA COSTERA	Marino y costero	Marino	Supramareal expuesto	Supralitoral no consolidado	Lecho de arena	Parte medio o superior de dunas poco consolidadas
MANGLAR	Marino y costero	Estuario	Intermareal	Humedal arbustivo	Persistente	Manglar
SELVA BAJA INUNDABLE	Epicontinental	Lacustre	Estacional	Humedal arbustivo	Persistente	Selva baja inundable
SELVA MEDIANA	Epicontinental	Lacustre	Estacional	Humedal arbóreo	Persistente	Selva mediana inundable, palmar
SELVA ALTA	Epicontinental	Lacustre	Estacional	Humedal arbóreo	Persistente	Selva alta inundable
MATORRAL COSTERO	Marino y costero	Marino	Supramareal expuesto	Supralitoral no consolidado	Lecho de arena	Parte medio o superior de dunas poco consolidadas

Referencias

- Behan-Pelletier, V. M. G. Paoletti, B., Bisset and B. R. Stinner. 1993. Oribated Mites of forest hábitats in northern Venezuela. *Tropical Zoology, Special Issue*, 1:39-54.
- Boyd D.W., L.S. Kornicker, & R. Rezak. 1963 Coralline algal microatolls near Cozumel Island, Mexico. *Univ. Wyo. Contrib. to Geol.* 2:105–108.
- Estudio para la caracterización y diagnóstico de humedales en Puerto Morelos. 2011. ECOSUR, Jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera Marín. CONANP, Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, ECOSUR Jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera Marín. 64 p.
- Ezcurra, E.; E.Chávez; C. Martínez; A. Rodríguez; A. González y J. Lopez Portillo. 1985. Evaluación del Impacto de un proyecto hotelero en el área de la Laguna Colombia, Cozumel, Quintana Roo.
- García, E., 1973. Modificación al sistema climático de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México. 246 p.
- Jordán, E. & E. Martín. 1988. Chinchorro: Morphology and composition of a Caribbean Atoll. *Atoll Res. Bull.*, 310: 1-20.
- Jordán D. E. 1988. Arrecifes profundos en la isla de Cozumel, México. *An. Cienc. del Mar y Limnol.* UNAM. México. 15(2): 195-208.
- Instituto Nacional de Ecología. 2000. Programa de Manejo Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos México. Instituto Nacional de Ecología. México. 224 p.
- López-Portillo. 1985. Evaluación del impacto de un proyecto hotelero en el área de la Laguna de Colombia, Cozumel, Quintana Roo. Instituto de Ecología (no publicado).
- Muckelbauer, G. 1990. The shelf of Cozumel, México: topography and organisms. *Facies*. 23: 185-240.
- Palacios-Vargas J. G. & M. Vázquez, 1998. A New Mexican *Scapheremaeus* (*Oribatei: Cymbaeremaeidae*) from tropical forest. *Acarology*, 39(4): 383- 388.
- Palacios-Vargas J. G. & Ricardo Iglesias. 2004. Oribatei (Acari) en Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. 4. eds. J. E. Llorente Bourquets, J. J. Morrone, Olivia Yáñez Ordoñez e Isabel Vargas Fernández. 459.
- Prieto Trueba D., Ma. M. Vázquez G. & C. Rodríguez Aragonés, 1999. Comunidades de la mesofauna edáfica en una selva baja inundable de

la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. en *Revista Biología Tropical*. 47 (3): 489-492.

- Rodríguez A. C., D. Prieto T & M. M. Vázquez G, 1998. Comunidades de macroinvertebrados edáficos en una selva baja inundable de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo *Rev. AvaCient*. 8(24): 30-35. México.
- Téllez-Valdés, O.; E.F. Cabrera; E., Linares & E. Bye. 1989. Las plantas de Cozumel. Guía botánico-turística de la isla de Cozumel, Quintana Roo. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vázquez, M. M. 1999. Catálogo de los ácaros oribátidos edáficos de Sian Ka'an, Q. Roo, México. UQROO. CONABIO. 123 p.
- Vazquez, M.M., H. Klompen & C. Chargoy. 2007. Study of the Uropodina (Acari: Mesostigmata) in tropical forest of the Yucatan Peninsula, México and Belize. *Proceedings of the XI International Congress of Acarology*, Mex. UNAM -SLA. pp. 43-50.
- Vázquez, M. & H. Klompen. 2015. The family Opilioacaridae (Parasitiformes: Opilioacarida) in Mexico, description of two new species and notes on biology and geographical distribution. *Zootaxa*, 3957 (5), 535-552.
- Vázquez, M. M. & Chargoy Claudia, 1999. Nuevos registros de ácaros Oribátidos en la Bahía del espíritu Santo de Sian Ka'an, Q. Roo. *Memorias del Congreso de Entomología XXXIV*: 46-50. México.
- Vázquez, M. M. & Cutz Pool L., 1999. Fauna Colembológica de la Bahía del Espíritu Santo, Q. Roo. *Memorias del Congreso Nacional de Entomología. XXXIV*: 126-128. Aguascalientes, México.
- Vázquez, M. M., Cutz Pool L. & Palacios-Vargas José G., 1998. A new species of *Hylaeonura* (Collembola: Neanuridae) from Noh-Bec, Q. Roo. *Southwestern Entomologist*. 23(4): 367-371.
- Vázquez, M. M. (coord.) 2001. Fauna Edáfica de las selvas tropicales de Quintana Roo. UQRoo- CONACyT. México. 145 p.
- Vázquez, M. M. & J. G. Palacios-Vargas. 2004. Catálogo de Colémbolos (Hexapoda: Collembola) de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. CONABIO-UQROO. 123 p.
- Vázquez M. M. & H. Klompen. 2002. The Family Opilioacaridae (Acari PARasitiformes) in north and central America, with description of four new species. *Zootaxa*, 2-24.

- Vázquez M. M. & H. Klompen. 2009. New species of New World Opilioacaridae (Acari: Parasitiformes) with the description of a new genus from the Caribbean region. *Zootaxa*, 2061, 23-44.
- Vázquez M. M. & H. Klompen. 2009. The genus *Salfacarus* (Acari: Opilioacarida) in Madagascar. *Zootaxa*, 1-21.
- Vázquez, M. M., & Klompen, H. 2015. ACARIDA: New records of Uropodina mites from México, Guatemala, Belize and Costa Rica. *Dugesiana*, 14(1).
- Schatz Heinrich. 2007. Biogeography of Oribatid mites (Acari: Oribatida) from the Cordillera de Talamanca, Costa Rica and Panama. In *Acarology XI: Proceedings of the International Congress*. Morales. Malacara, J. B., Behan-Pelletier, V., Uekermann, E., Perez, T. M., Estrada-Venegas, E. G. and Badii, M. (Eds.) Instituto de Biología And Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Sociedad Latinoamericana de Acarología. México, 2007.