

II
Riqueza y biodiversidad
de organismos edáficos del Corredor
Biológico Mesoamericano
(México, Belice y Guatemala)

*M. M. Vázquez, A. Pereira,
P. Fragoso y J. A. Rodríguez*

Resumen

Se presentan resultados de un estudio efectuado para conocer la riqueza específica y la biodiversidad de algunos grupos de organismos edáficos de ecosistemas comprendidos en el área del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM). Las reservas de la biosfera ubicadas dentro del área del CBM estudiadas son, en México: Sian Ka'an y Noh-Bec. en Quintana Roo; Calakmul, Campeche y Palenque, cañón del Sumidero y Montebello, en Chiapas; en Belice: Cuevas de Río Frío, distrito de Cayo; y en Guatemala: Tikal, gran Reserva de la Biosfera Maya y Tzikin-Tzakan. En cada sitio seleccionado para el estudio se tomaron muestras de hojarasca y suelo para la extracción de fauna, así como muestras de suelo para los análisis físicos y químicos.

Se identificó un total de 148 familias, 330 géneros y cerca de 418 especies, de las cuales alrededor de 50 constituyen especies nuevas para la ciencia.

Se elaboraron más de 1 200 preparaciones permanentes principalmente de ácaros *Oribatida*, *Prostigmata*, *Mesostigmata*, *Notostigmata* y de *Collembola* (Hexapoda). Los organismos de la familia *Formicidae* y la clase *Gasteropoda* se mantienen en alcohol al 70%. De acuerdo a los resultados obtenidos los sitios en los que la vegetación original (selvas y bosques) se mantiene presentan la mayor riqueza de especies. Los sitios con la mayor riqueza de especies corresponden a suelos con mayor contenido de materia orgánica.

Palabras clave

Microartrópodos, suelo, invertebrados, biodiversidad, selvas tropicales.

Introducción

A finales de los años ochenta se desarrollan el concepto y la teoría de *corredores biológicos*, que tiene una fuerte acogida en el ámbito de la conservación en todo el mundo. El principio ecológico fundamental de los corredores biológicos es: 1) la conservación de la vida silvestre y la persistencia y aumento de las poblaciones por medio del intercambio de individuos entre poblaciones y su conectividad (Bier, 1993; Dean Boer, 1981) y 2) los niveles de colonización de nuevas áreas (Hanski and Gilpin, 1991) entre otros muchos.

La propuesta para la creación de un corredor biológico que incluyera a Centroamérica se gestionó en diversos foros, culminando en 1997 con la firma de una declaración conjunta de los presidentes de la región, en donde se define que: “El Corredor Biológico Mesoamericano es un sistema de ordenamiento territorial compuesto de áreas naturales bajo regímenes de administración especial, zonas núcleo, de amortiguamiento, de usos múltiples y áreas de interconexión, organizado y consolidado, que brinda un conjunto de bienes y servicios ambientales a la sociedad centroamericana y mundial, proporcionando los espacios de concertación social para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de los recursos”. El Corredor Biológico Mesoamericano, Biodiversitas (2003).

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

Así, el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) es una iniciativa de cooperación entre siete países centroamericanos (Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) y cuatro estados del sureste de México (Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán), para concertar y llevar a cabo de forma coordinada un conjunto de actividades dirigidas a la conservación de la diversidad biológica y la promoción del desarrollo humano sostenible en sus territorios.

El CBM tiene una extensión territorial de aproximadamente 769 mil km², en donde existen más de 60 tipos de vegetación y 30 ecoregiones y una población de más de 34 millones de habitantes.

Por la gran importancia que reviste el área y atendiendo a uno de los objetivos que es el de la conservación de la biodiversidad se presentó el proyecto “Biodiversidad, biogeografía y riqueza específica de ácaros y hormigas en el Corredor Biológico Mesoamericano”, para desarrollarse en las reservas de la Biosfera de Montebello y el Parque Nacional Palenque en Chiapas, Sian Ka’an, Q. Roo; Noh-Bec, Q. Roo; Calakmul, Camp., Bel-Ha, Camp., Chiquibul National Park, Belice, y gran Reserva de la Biosfera Maya, en Guatemala (Convocatoria, UQROO, Sría. General 2006).

La conservación de la diversidad biológica tiene como sustento principal el conocimiento de la diversidad y la riqueza de especies de un sitio o área determinada por lo que los objetivos planteados en el proyecto citado están enfocados principalmente al conocimiento de la biodiversidad de la fauna de los sitios seleccionados dentro del área del CBM.

Estamos conscientes que el área comprendida es una mínima parte de la gran extensión comprendida en el CBM. Sin embargo estos estudios son básicos para entender la gran riqueza y biodiversidad de los organismos edáficos presentes en estos suelos y sobre todo entender el papel que juega el CBM en los procesos de diversificación, migración, colonización y conservación de la Biodiversidad en general.

En este sentido, el suelo es un recurso natural que se localiza en la superficie de la Tierra, presenta tres componentes: un componente sólido, compuesto de minerales y materia orgánica, un componente líquido y el tercer componente lo constituyen los gases que fluyen a través de los macro y microporos. (Buol y otros, 1998) El suelo tiene extensión y profundidad y se caracteriza por presentar horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o la habilidad de soportar plantas enraizadas en un ambiente natural (FAO-UNESCO, 1990). El límite inferior del suelo es normalmente el límite inferior de la actividad biológica, el cual generalmente coincide con la profundidad de enraizamiento común de las plantas nativas perennes (Alexander, 1980).

Durante muchos años, la química, la física, la microbiología y la biología del suelo fueron estudiadas en forma independiente, actualmente se deben hacer estudios de suelos obteniendo información de las diferentes ramas de la ciencia para conseguir un esquema completo de los muchos procesos entrelazados que se desarrollan en el suelo. Pueden realizarse estudios sobre morfología y taxonomía de organismos, sus tolerancias, su distribución espacial en el suelo y desde el punto de vista de sus relaciones bióticas con otros organismos o con plantas superiores. Los factores que limitan el desarrollo de los organismos en el suelo son el contenido de materia orgánica, el pH, la humedad, la aireación, la reacción y la temperatura (Guillen y otros 2006).

Área de estudio

El área de estudio comprende fundamentalmente la porción central del CBM, en particular sitios comprendidos dentro de

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

los límites de las reservas de la Biosfera de Sian Ka'an, Q. Roo; Noh-Bec, Q. Roo; Calakmul, Camp., Bel-Ha, Camp., Chiquibul National Park, Belice, y gran Reserva de la Biosfera Maya en Guatemala.

Los sitios de muestreo dentro del Corredor Biológico fueron determinados considerando las zonas en donde las formaciones vegetales típicas del área estuvieran lo menos alteradas posible y que conservaran la vegetación y su estructura natural.

La selección de sitios, realizada a partir de información proveniente de imágenes de satélite y de información recabada en salidas previas, permitió abarcar varios tipos de vegetación, todos ellos con buenos niveles de conservación, tanto de la estructura como la composición natural de los mismos. Se obtuvieron muestras de los siguientes tipos generales de vegetación: selva alta perennifolia, selva mediana perennifolia y subperennifolia, selva baja inundable, perennifolia, subperennifolia y subcaducifolia, bosque de pino-encino, bosques de pino y bosque mesófilo. Si bien en este trabajo no se pretende una descripción detallada de los tipos de vegetación, los diez tipos generales mencionados corresponden aproximadamente a un total de 25 formaciones diferentes considerando los subtipos mayores, número que representa aproximadamente el 25% de la riqueza del CBM, en cuanto a formaciones vegetales (Sader, 2001).

Desde un punto de vista paisajístico, se tomaron muestras en formaciones tales como: petenes, llanuras, valles, lomeríos, montaña, llanuras costeras, bajos inundables y zonas cársticas con evidencia denudatoria. La selección de estos paisajes obedece a la diferencia de condiciones ambientales en los suelos de estos paisajes, diferencia que influye en la riqueza y abundancia de los grupos estudiados en este trabajo, los muestreos se realizaron en los periodos de lluvias lo que incidió en un mayor contenido de humedad presente en las muestras.

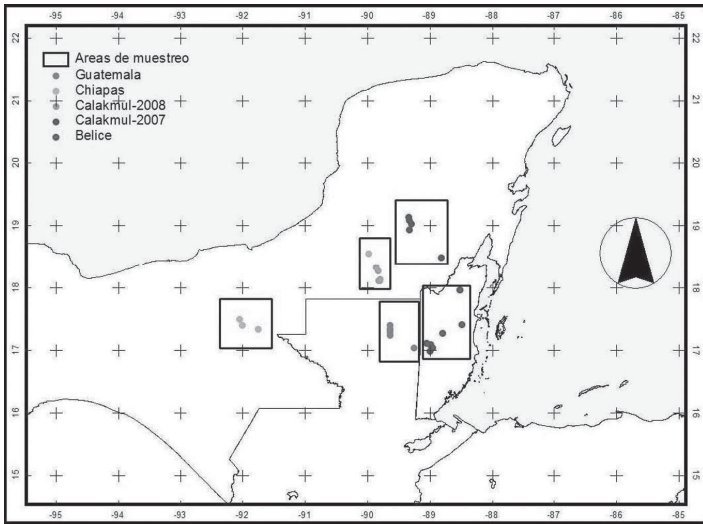


Figura 1. Ubicación y áreas de muestreo en el CBM.

Método

El muestreo de suelos se realizó al mismo tiempo y en los mismos sitios que los muestreos de fauna edáfica, es decir se hizo un muestreo dirigido por las condiciones del sitio. Una vez elegido el lugar, se procedió a ubicar las coordenadas geográficas del sitio con el uso de un GPS Garmin CSX76, con exactitud de 5 m por promedio de lecturas.

Para el estudio de las características físico-químicas de suelos, en cada sitio y para cada punto de muestreo se tomó una muestra en la cual se separó manualmente la hojarasca y material vegetal que se encontraba en la superficie del suelo, se tomaron muestras de los primeros 20 cm de profundidad, divididos en 0-10 cm y 10-20 cm, lo cual se hizo con ayuda de pico y pala donde fue necesario, para obtener muestras de 4 dm³ cada una. Posteriormente las muestras, se colocaron en bolsas de plástico, se etiquetaron y se

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

transportaron al laboratorio. En total se colectaron 37 muestras. La distribución de muestras aparece en la Tabla 1.

Los análisis físicos y químicos realizados a las muestras de suelos se hicieron de acuerdo a las técnicas que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Las propiedades analizadas aparecen en la Tabla 2.

Tabla 1. Sitios de muestreo

Lugar de muestreo	Fecha	Muestras
Chiapas	2 ^a 5-11-07	8
Belice	18 ^a 20-11-07	11
Guatemala	15 ^a 17-02.08	10
Campeche	26-02-08	8

Tabla 2. Parámetros analizados

Parámetro	Norma Oficial Mexicana utilizada
Preparación de la muestra	NOM-021-RECNAT-2000 AS-01
Color	NOM-021-RECNAT-2000 AS-22
Textura	NOM-021-RECNAT-2000 AS-33
PH	NOM-021-RECNAT-2000 AS-18
Conductividad eléctrica (Salinidad)	NOM-021-RECNAT-2000 AS-62
Porcentaje de carbón orgánico y contenido de materia orgánica	NOM-021-RECNAT-2000 AS-28
Contenido de Carbonatos	NOM-021-RECNAT-2000 AS-89

Con los datos obtenidos se llevó a cabo un análisis de correlación para ver qué tipo de relación hay entre los contenidos de materia orgánica dentro de los grupos de muestras por zona y entre grupos, con los datos de los horizontes superiores y los inferiores, ya que la uniformidad en la transferencia de materia orgánica de los estratos superiores a los inferiores por lixiviación estaría indicada por una alta correlación positiva en tanto que comportamientos menos homogéneos del suelo y por tanto distribuciones irregulares de la materia orgánica entre los estratos estarían indicados por correlaciones bajas o negativas. Al mismo tiempo se hizo un análisis de agrupamientos usando distancias euclidianas para calcular la Similitud y Linaje Simple para determinar el agrupamiento y ver cuáles serían los sitios más semejantes entre sí considerando todas las variables cuantitativas medidas. Finalmente se realizó un análisis de componentes principales con extracción de la matriz de correlación y rotación Varimax para determinar cuáles son los factores ambientales que mayor peso tienen en la clasificación o agrupación de los sitios. Estos análisis se realizaron usando SySTAT v.10.2.

Para el estudio de la fauna de microartrópodos edáficos (ácaros, colémbolos y hormigas) se tomaron muestras de hojarasca y suelo de superficies de 20 cm de lado y a una profundidad hasta 10 cm las cuales fueron procesadas por medio del Método de embudos de Berlese (Krantz, 1978). Con algunos ejemplares se realizaron preparaciones permanentes, para lo cual fue necesario aclarar los organismos (ácaros) en lactofenol y/o en potasa los colémbolos para macerar el contenido de materia orgánica, pero preservando las estructuras externas que son utilizadas para el estudio taxonómico y la clasificación a nivel de especies. Se prepararon cerca de 1 200 laminillas semipermanentes siguiendo la técnica de Krantz.

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

Las hormigas se conservan en alcohol al 70% con sus datos de colecta e identificación taxonómica.

En el caso de los gasterópodos las colectas se realizaron mediante la captura de organismos vivos *in situ* y la extracción manual de los exoesqueletos (conchas) a partir de las muestras de hojarasca procesadas para la obtención de microartrópodos y de las muestras de suelos previo a su preparación para los análisis fisicoquímicos, de este modo no sólo se tienen las colectas de organismos vivos que se obtienen en salidas de corta duración, sino que, a través del estudio de la tanatocenosis se obtiene una visión más completa de la diversidad del grupo en este tipo de ambientes. Las muestras de organismos vivos se conservan en alcohol al 70% y las muestras tanatocenóticas se conservan en seco en frascos viales etiquetados.

Para obtener los índices de riqueza de especies (número de especies) se cuantificó el total de especies de cada grupo para cada sitio de estudio, la abundancia (número individuos por muestra) con la cuantificación de los organismos pertenecientes a cada grupo por muestra y la distribución geográfica con la revisión bibliográfica de las especies que se han reportado para otras regiones del mundo y la comparación de esta información con los resultados obtenidos en este estudio.

Resultados y discusión

Desde el punto de vista de la caracterización de los suelos estudiados, la información resultante nos ha permitido corroborar la existencia de un mínimo de siete condiciones ambientales distintas en esas reservas y nos aporta datos que permiten construir una imagen más precisa de la heterogeneidad de los ambientes edáficos para el CBM. Los resultados más sobresalientes son:

1. Los tipos de suelos que predominan en los sitios de muestreo son: leptosoles, vertisoles y gleysoles.
2. La mayor parte de los suelos presentan coloraciones oscuras (gris oscuro, café oscuro y negro) lo cual indica un alto contenido de materia orgánica.
3. Las texturas predominantes en las muestras de las zonas planas de Belice Guatemala y Calakmul son las franco-arcillo-arenosas y franco-arenosas, en cambio en las zonas montañosas de Belice, Guatemala y Chiapas predominan las areno-francosas.
4. Las muestras de Chiapas presentan un pH que va del neutro al ligeramente ácido. En Belice, en la zona plana se localizan suelos con un pH ligeramente alcalino pero en el área montañosa se encuentran suelos ácidos a fuertemente ácidos. En cambio en la zona del Petén en Guatemala y Calakmul en Campeche se tiene suelos medianamente alcalinos.
5. En cuanto a la conductividad eléctrica y salinidad, en ninguno de los suelos analizados se encontraron condiciones de salinidad pues variaron de 0.1. a 0.79 dSm⁻¹.
6. Los contenidos de carbono orgánico y de materia orgánica en la mayor parte de los lugares muestreados son altos a muy altos, los suelos de Belice presentan los valores más bajos y los de Guatemala y Calakmul los más altos.
7. El contenido de carbonatos es más alto en la zona del Petén Guatemalteco (6 en HCl 1M) y los contenidos más bajos se presentan en la zona montañosa de Belice (1 en HCl 1M).
8. El análisis de correlación entre la materia orgánica distribuida en las capas 0-10 cm, 10-20 cm y los sitios de muestreo presenta el valor más alto en la zona de Chiapas con 0.96, seguida por Guatemala y Calakmul y la correlación más baja en las muestras de Belice con 0.55. El transporte de materia orgánica de las capas

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

0-10 cm a 10-20 cm es uniforme y proporcionado en las muestras de Chiapas y Guatemala; intermedio en Calakmul y en Belice la transferencia de materia orgánica es menos homogénea.

9. El análisis de agrupamiento con todas las variables cuantificadas indica cinco grupos con características semejantes (véase Figura 2), el primer grupo lo componen las muestras de la zona montañosa de Belice, el segundo, las muestras de la zona baja de Belice y las de Chiapas, el tercer grupo lo forman las muestras de Balamku, Campeche, el cuarto son los sitios ubicados en la zona del Peten Guatemalteco y una parte de Calakmul y el quinto es el resto de las muestras de la zona de Calakmul, Campeche.
10. El análisis de Componentes Principales (véase Figura 3) indica que el pH y el contenido de carbonatos son los factores ambientales que mayor peso tienen en la clasificación o agrupación de los sitios que forman los núcleos con una varianza explicada del 73.3%, ello podría llamarse “Componente de acidez” y en segundo término con la rotación de la matriz, el contenido de materia orgánica con el 77.3% que podría denominarse componente de riqueza de recursos. Entre ellos explican un total de 83% de la varianza del sistema.

Con relación a los organismos edáficos, presentes en los sitios de estudio, se han identificado un total de 148 familias, 330 géneros y cerca de 418 especies, que comprenden a todos los grupos estudiados (véase Tablas 3, 4, 5 y 6).

Los sitios mejor conservados son: en México, Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, la Reserva Forestal de Noh-Bec y la Reserva de la Biosfera de Calakmul, los cuales presentan los mayores índices de riqueza de especies así como la zona de Río Frío Caves y Tzikín Tzakán (véase Figura 3).

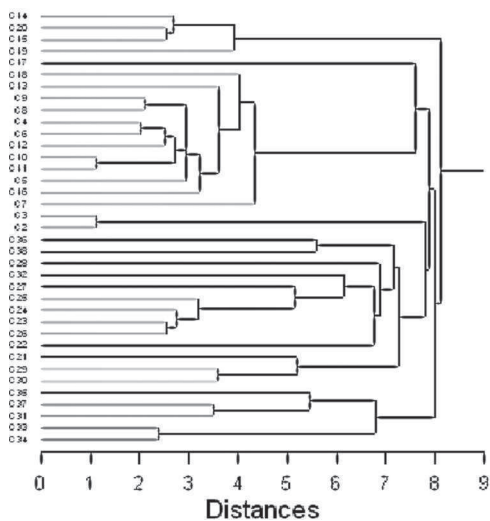


Figura 2. Análisis de agrupamiento.

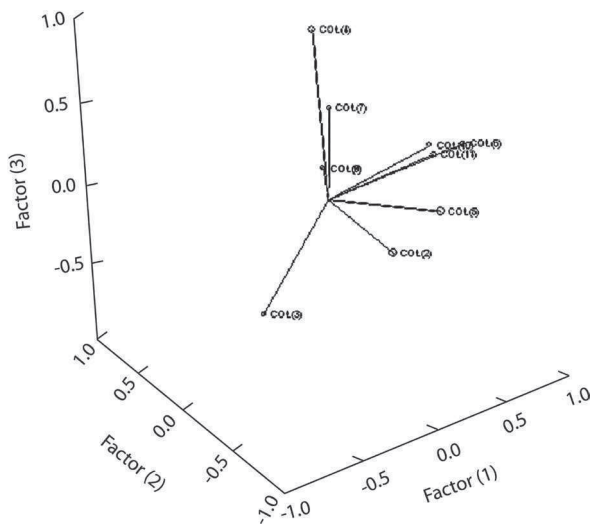


Figura 3. Componentes principales.

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

Algunos grupos de ácaros y colémbolos han sido utilizados como bioindicadores de determinadas condiciones ambientales (Arbea y Blasco-Zumeta, 2001). Los colémbolos junto con los ácaros oribátidos constituyen el grupo de artrópodos dominantes en el suelo y tienen una gran importancia en las capas del suelo con abundante materia orgánica, tanto por su densidad como por la función que desempeñan en ellos. Por ser un grupo muy diverso constituyen un instrumento muy eficiente para estudios de biodiversidad edáfica (Deharveng, 1996). Los Uropodina son muy abundantes y diversos en suelos con alto contenido de materia orgánica y por lo tanto suelos considerados como fértiles. La mayor abundancia de estos ácaros se registró en tres sitios: Cuevas de Río Frío y la Reserva Forestal de Noh- Bec, un tercer lugar significativo fue la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera de Calakmul.

Otro grupo de ácaros oribátidos pertenecientes a las familias Liodidae, Nanhermaniidae y Plasmobatidae son más característicos de suelos áridos, pobres y con poco contenido de materia orgánica, representantes de estas familias fueron colectados en algunos de los sitios de colecta de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, en la gran Reserva de la Biósfera Maya, en Chiapas en casi todos los sitios de colecta estuvieron presentes estos grupos así como en sitios de colecta ubicados entre Chetumal y Belice.

Los ácaros oribátidos y uropódidos son los grupos que presentan la mayor riqueza de especies así como la mejor abundancia (véase Figura 4).

De acuerdo con Pflug y otros (2001) *Pseudotoma sensibilibis* e *Isotomiella minor* suelen ser relativamente abundantes en hojarasca antigua mientras que *Neanura muscorum*, *Lepidocyrtus Lignirum* y *Tornocerus flavescens* ocurren exclusivamente en hojas recién caídas.

Las condiciones de humedad por lo general tienen gran impacto en la distribución de los colémbolos (Berg y otros 1980; Wachendorf y otros, 1997).

Los colémbolos son muy sensibles a la sequía, llegando prácticamente a desaparecer en los sitios afectados por estos periodos (Pflug y otros, 2001).

Con relación a los gasterópodos, la especificidad de las identificaciones en la tanatocenosis se ha dejado al nivel de género, debido a la imposibilidad de asociar la concha del animal con algunos de los atributos de identificación a nivel de especie. No obstante se tienen identificadas plenamente 55 especies en 34 géneros lo que representa un total de 603 ejemplares de los 621 reportados, los 18 restantes probablemente pertenecen a tres especies no descritas (véase Tabla 4).

La riqueza total de géneros y especies de hormigas se muestra en la Tabla 5.

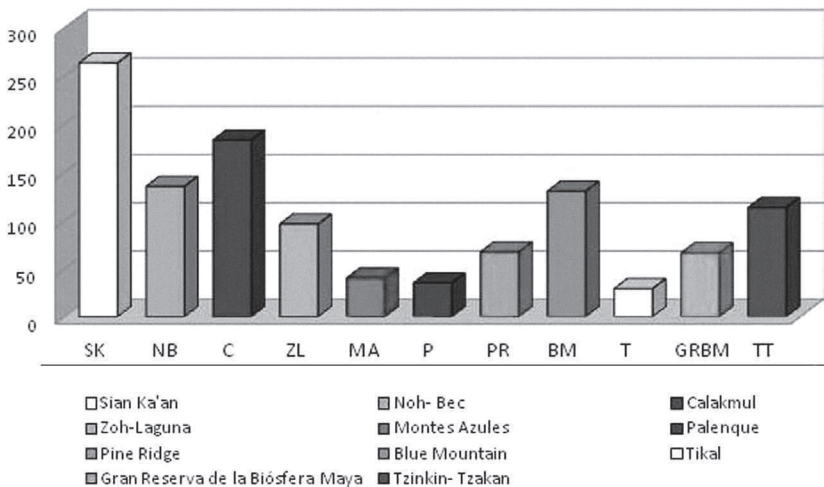


Figura 4. Riqueza de especies de cada uno de los sitios estudiados del CBM.

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

Tabla 3. Relación de especies de microartrópodos en el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM)

Familia	Género y especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Mesostigmata-Uropodina</i>												
<i>Uropodidae</i>	<i>Clausiadinychus</i> 3 spp.										x	
	<i>Cyllibula</i> 9 spp.	x	x	x	x	x	x	x		x	x	
	<i>Discourella lindquisti</i>			x								
	<i>Eutrachytes maya</i> 2 spp.	x										
	<i>Kaszabjbaloghia</i> sp.	x										
	<i>Nobuohiramatsua</i> sp.	x										
	<i>Macrodinychus ca. hutuae</i>	x										
	<i>Nenteria</i> 2 spp.					x						
	<i>Oplitis</i> 9 spp.	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
	<i>Polyaspis</i> 7 spp.	x		x				x	x	x		
	<i>Poliaspinus</i> 2 spp.	x	x							x		
	<i>Dipolyaspis</i> sp.	x										
	<i>Uropoda (Phaulodinychus)</i> 2 spp.	x		x					x			
	<i>Trichouropodella</i> 3 spp.	x	x	x								
	<i>Tetrasejaspis</i> sp.			x								
	<i>Trichouropoda</i> 4 spp.	x		x								
	<i>Trachuyropoda</i> 4 spp.	x							x			
	<i>Trichocylliba</i> sp.							x				
	<i>Trigonuropoda</i> 3 spp.	x		x	x		x					
	<i>Urobovella</i> 12 spp.	x		x	x		x	x	x		x	
	<i>Urodiaspis</i> 3 spp.			x							x	

VÁZQUEZ, PEREIRA, FRAGOSO Y RODRÍGUEZ

Familia	Género y especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	<i>Uropoda 9 spp.</i>	x		x		x				x	x	x
	<i>Uroactinia sp.</i>	x										
	<i>Chyopturopoda 2 spp.</i>	x										
	<i>Multidenturopoda sp.</i>					x						
	<i>Phymatodiscus 5 spp.</i>	x		x								
<i>Oribatida</i>												
<i>Ctenacaridae</i>	<i>Ctenacarus areanola</i>	x	x	x	x			x	x			x
	<i>Beklemishevia barbata</i>	x		x								x
<i>Hypochthoniidae</i>	<i>Eohypochthonius becki</i>	x	x	x				x				x
	<i>Malacoangelia remigera</i>	x										
<i>Cosmochthoniidae</i>	<i>Cosmochthonius 3 spp.</i>	x	x	x	x			x	x	x	x	x
<i>Haplochthoniidae</i>	<i>Haplochthonius clavatus</i>	x		x					x			
<i>Sphaerochthoniidae</i>	<i>Sphaerochthonius fungifer</i>	x	x	x				x	x	x	x	x
<i>Protoplophoridae</i>	<i>Cryptoplophora abscondita</i>	x	x	x	x			x	x	x		x
<i>Brachychthoniidae</i>	<i>Liochthonius 3 spp.</i>	x	x	x				x	x			
	<i>Brachychthonius 2 spp.</i>	x	x					x	x			
<i>Plerochthoniidae</i>	<i>Pterochthonius angelus</i>	x	x	x	x			x	x			x
<i>Phyllochthoniidae</i>	<i>Phyllochthonius sp.</i>	x										
<i>Phthiracaridae</i>	<i>Hoplophorella 3 spp.</i>	x	x	x				x	x			
	<i>Phthiracarus pygmaeus</i>	x						x				
<i>Euphthiracaridae</i>	<i>Rhysotritia 3 spp.</i>	x	x	x		x	x	x	x			
<i>Lohmanniidae</i>	<i>Lohmannia 3 spp.</i>	x	x	x	x			x	x		x	x
<i>Lohmanniidae</i>	<i>Torpacarus 2 spp.</i>	x	x	x	x			x	x		x	x
	<i>Vepracarus incompletus</i>			x							x	

Continúa...

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

continuación...

Familia	Género y especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	<i>Papillacarus spinosus</i>										x	x
	<i>Heptacarus supertrichus</i>			x				x				x
	<i>Meristacarus porcula</i>			x				x				
<i>Epilohmannidae</i>	<i>Epilohmannia</i> 2 spp.	x		x			x					
<i>Nothriidae</i>	<i>Nothrus</i> 3 spp.	x	x	x			x	x			x	x
<i>Crotoniidae</i>	<i>Crotonia pulcra</i>	x										
<i>Thrypochthoniidae</i>	<i>Tripochthonius ca tectorum</i>	x					x					
	<i>Afronothrus incisivus ssp. neotropicus</i>	x					x	x				x
	<i>Archegozetes longisetosus</i>	x				x						
	<i>Allonothrus</i> 2 spp.	x	x	x	x	x				x	x	x
<i>Malaconothridae</i>	<i>Malaconothrus</i> 4 spp.	x			x	x		x	x		x	x
<i>Nanhermaniidae</i>	<i>Crypthermannia ca.florens</i>	x	x	x		x	x	x	x		x	x
	<i>Mastermannia mamilaris</i>	x		x	x	x				x		x
<i>Hermaniidae</i>	<i>Galapagacarus schatzi</i>	x		x				x	x			x
<i>Hermaniellidae</i>	<i>Sacculobates horologiorum</i>			x				x	x			x
	<i>Baloghacarus</i> 2 spp.	x		x				x	x			x
<i>Plasmobatidae</i>	<i>Plasmobates pagoda</i>	x	x	x	x	x		x	x		x	x
<i>Liodidae</i>	<i>Telioliodes</i> 2 spp.	x	x	x	x	x	x	x		x		
	<i>Austrodamaeus rimosus</i>			x				x	x			x
	<i>Liodes terrestres</i>			x								x
	<i>Plesiodamaeus ornatos</i>			x				x				
	<i>Joshuella bicentenaria</i>							x				

Familia	Género y especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	<i>Jacotella quadricaudiculus</i>		x	x				x				x
<i>Plateremaeidae</i>	<i>Plateremaeus ornatissimus</i>	x	x	x				x	x			x
<i>Damaeidae</i>	<i>Hypodamaeus ca glycyphagoides</i>	x		x				x	x			
<i>Anderemaeidae</i>	<i>Epieremulus brasiliensis</i>	x		x				x	x			
<i>Microtegeidae</i>	<i>Microtegeus 4 spp.</i>	x		x	x	x		x	x			x
<i>Charassobatidae</i>	<i>Charassobates 3 spp.</i>	x		x	x			x				x
<i>Microzetidae</i>	<i>Berlezetes ca. pervensis</i>	x			x			x				x
	<i>Schaelleria martii</i>	x			x							
<i>Eremaeozetidae</i>	<i>Eremaeozetes lineatus</i>	x										
<i>Eremulidae</i>	<i>Eremulus 2 spp.</i>	x		x	x	x		x				x
<i>Damaeolidae</i>	<i>Fosseremus saltaensis</i>	x			x			x				
<i>Eremobelbidae</i>	<i>Eremobelba piffli</i>	x						x				x
<i>Basilobelbidae</i>	<i>Basilobelba insulares</i>	x	x	x	x			x	x	x		x
<i>Xenyllidae</i>	<i>Xenyllus 2 spp.</i>	x	x	x								
<i>Liacaridae</i>	<i>Liacarus ca. andinus</i>	x		x								
<i>Carabodidae</i>	<i>Austrocarabodes pseudoreticulatus</i>	x		x				x	x			
<i>Carabodidae</i>	<i>Cubabodes radiatus</i>	x	x	x					x			
	<i>Phyllocarabodes ca ornatus</i>	x		x					x			
	<i>Klapperiches nigrisetosus</i>	x	x						x			
<i>Otocephidae</i>	<i>Pseudotocepheus septemtuberculatus</i>	x	x									

Continúa...

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

continuación...

Familia	Género y especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Dampfiellidae</i>	<i>Beckiella</i> 3 spp.	x	x	x				x	x			x
<i>Oppiidae</i>	<i>Machuella ca draconis</i>	x	x	x								
	<i>Aeropopia peruensis</i>	x	x	x					x			
	<i>Exanthoppia ornatissima</i>	x	x	x				x				
	<i>Globoppia intermedia</i>	x	x	x			x		x			
<i>Cymbaeremaeidae</i>	<i>Scapheremaeus</i>	x	x	x			x		x			x
<i>Ameronothriidae</i>	<i>Ameronothrus ca linneatus</i>	x		x	x		x	x	x			
<i>Autognetidae</i>	<i>Cosmogmeta impedita</i>	x	x	x	x		x	x	x			
<i>Suctobelbidae</i>	<i>Flagrosuctobelba multiplumosa</i>	x		x	x			x	x			
	<i>Suctobelba</i> 2 spp.	x		x	x			x	x			
<i>Licneremaeidae</i>	<i>Licneremaeus licnophorus</i>	x			x			x	x			
<i>Mochlozetidae</i>	<i>Dynatozetes ca amplus</i>	x			x							
<i>Schelorbitidae</i>	<i>Schelorbitates subsimilis</i>	x		x			x					
	<i>Ischelorbitates quezonensis</i>	x		x								
	<i>Multoribates ca chavinensis</i>	x										
<i>Haplozetidae</i>	<i>Aokibates ca yoshii</i>	x		x								
	<i>Haplozetes sp.</i>	x		x				x	x			
	<i>Peloribates ca europaesus</i>	x										
	<i>Rostrozetes foveolatus</i>	x	x	x				x	x			
<i>Nasobatidae</i>	<i>Nasobates mirabilis</i>	x	x	x				x	x			
<i>Oripodidae</i>	<i>Exoripoda suramericana</i>	x	x					x	x			x
	<i>Oripoda</i> 2 spp.	x	x									

Familia	Género y especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Ceratozetidae</i>	<i>Ceratozetes sp.</i>	x	x									
<i>Oribatellidae</i>	<i>Joelia ca dubia</i>	x										
	<i>Oribatella ca palustris</i>	x						x				
<i>Galumnidae</i>	<i>Galumna sp.</i>	x										
	<i>Neopilizetes neotropicus</i>		x	x	x			x	x			
	<i>Pergalumna sp.</i>		x	x				x	x			
<i>Prostigmata</i>												
<i>Bimichaelidae</i>	<i>Bimichaelia sp.</i>	x										
	<i>Alycus sp.</i>	x										
	<i>Pachygnatus sp.</i>	x						x	x			
<i>Grandjeanicidae</i>	<i>Grandjeanicus</i>	x			x			x	x			
<i>Lordalychidae</i>	<i>Hybalicus</i>	x										
<i>Nanorchestidae</i>	<i>Nanorchestes</i>	x						x	x			
	<i>Speleorchestes</i>	x						x	x			
<i>Oehserchestidae</i>	<i>Oehserchestes sp.</i>	x										
<i>Sphaerolichidae</i>	<i>Sphaerolichus</i>	x										
<i>Terpnacaridae</i>	<i>Terpnacarus</i>	x	x					x	x			
<i>Bdellidae</i>	<i>Bdellodes longirostris</i>	x	x	x	x			x	x		x	
	<i>Cyta coerolypes</i>	x	x	x	x			x	x		x	x
	<i>Spinibdella</i>	x	x	x	x			x	x		x	x
	<i>Bdella</i>	x	x	x	x			x	x		x	x
<i>Cunaxidae</i>	<i>Dactyloscirus</i>	x	x	x	x			x	x		x	x
	<i>Pulaeus</i>	x	x		x			x	x			x
	<i>Cunaxa</i>	x	x		x			x	x		x	x

Continúa...

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

continuación...

Familia	Género y especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Eupodidae</i>	<i>Benoinyssus</i>	x	x	x	x			x	x		x	x
<i>Eupodidae</i>	<i>Eupodes</i>	x	x	x	x			x	x		x	x
	<i>Linopodes</i>	x	x	x	x			x	x		x	x
<i>Ragidiidae</i>	<i>Foveacheles</i>	x						x	x			
	<i>Rhagidia</i>	x						x	x			
	<i>Robustocheles</i>	x	x	x				x	x			x
	<i>Crassocheles</i>	x	x	x				x	x			x
	<i>Paralelorhagidia</i>	x	x					x	x			x
<i>Ereynetidae</i>	<i>Ereynetes</i>	x	x	x	x	x		x	x			x
<i>Tydeidae</i>	<i>Tydulosis</i>	x						x	x			x
<i>Labidostommatidae</i>	<i>Atyeonella</i>	x		x	x			x	x			
<i>Anystidae</i>	<i>Anystis</i>	x		x	x			x	x			
	<i>Bechsteinia</i>			x	x							
	<i>Erythracarus</i>	x	x	x	x			x				x
<i>Tenerifiidae</i>	<i>Teneriffia</i>	x	x					x	x			
<i>Caeculidae</i>	<i>Caeculus</i>	x	x	x				x	x			x
<i>Paratydeidae</i>	<i>Neotydeus</i>	x	x					x	x			x
	<i>Paratideus</i>	x	x	x				x	x			
<i>Erythraeidae</i>	<i>Leptus</i>	x	x					x	x			x
	<i>Caeculisoma</i>	x	x		x					x		
<i>Smaridiidae</i>	<i>Smaris</i>	x	x					x	x	x	x	x
	Nuevo género	x		x				x	x			x
<i>Trombididae</i>	<i>Microthrombidium</i>	x	x	x	x			x	x			x
	<i>Atractothrombium</i>	x	x	x	x			x	x			x

Familia	Género y especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	<i>Podothrombium</i>	x	x					x	x			x
	<i>Enemothrombium</i>	x	x	x				x	x			x
	<i>Composothrombium</i>	x	x					x		x		x
	<i>Trombilla</i>	x	x	x	x			x	x		x	x
<i>Camerobiidae</i>	<i>Neophyllobius</i>	x		x	x			x			x	
<i>Cryptognathidae</i>	<i>Cryptognahtus</i>	x		x	x			x			x	
<i>Caligonellidae</i>	<i>Neognathus</i>	x		x	x			x			x	
	Género no determinado		x	x	x							
<i>Stigmaeidae</i>	<i>Stigmaeus</i>	x	x		x			x	x			
	<i>Ledermuelleriopsis</i>	x	x		x				x			x
	<i>Eustigmaeus</i>	x	x						x			x
	<i>Agistemus</i>	x			x				x			x
<i>Cheyletidae</i>	<i>Grallacheles</i>	x			x				x			x
	<i>Neoeucheyla</i>	x		x	x			x	x			x
<i>Microdispidae</i>	<i>Brennandania</i>	x			x			x	x			x
<i>Scutacaridae</i>	<i>Scutacarus</i>	x		x	x				x		x	x
	<i>Pygnodispus</i>	x		x				x	x		x	
	<i>Diversipes</i>	x		x				x			x	
<i>Tarsonemidae</i>	<i>Dendroptus</i>	x			x			x			x	
<i>Collembola</i>												
<i>Hypogastruridae</i>	<i>Xenylla 2 spp.</i>	x	x	x	x			x	x		x	x
	<i>Microgastrura sofiae</i>	x			x			x	x			
<i>Odontellidae</i>	<i>Superodontella stella</i>	x	x		x			x			x	
	<i>Xenyllodes armatus</i>	x	x	x		x		x			x	

Continúa...

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

continuación...

Familia	Género y especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Nenuridae</i>	<i>Neanura muscorum</i>	x	x	x		x		x			x	
	<i>Pseudachorutes 4 spp.</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Onychyuridae</i>	<i>Tullbergia duops</i>	x		x	x			x		x		x
	<i>Mesaphorura 3 spp.</i>	x	x	x	x		x	x		x		x
<i>Isotomidae</i>	<i>Isotomodes falsus</i>	x	x			x		x		x		
	<i>Isotomodes ca. klostermani</i>	x	x	x		x		x		x		
	<i>Folsomides 2 spp.</i>	x	x	x		x		x	x			x
	<i>Proisotoma 3 spp.</i>	x	x	x		x		x	x		x	x
	<i>Ballistura ca. laticauda</i>	x		x		x		x	x			x
	<i>Cryptopygus ca benhami</i>	x				x		x	x			x
	<i>Archisotoma ca besselsi</i>	x		x				x				x
	<i>Folsomia 3 spp.</i>	x	x	x				x			x	x
	<i>Isotoma 2 spp.</i>	x	x		x	x			x		x	x
	<i>Isotomiella minor</i>	x	x		x	x			x		x	x
	<i>Dagamaea tenuis</i>	x		x	x	x		x			x	
	<i>Coloburella sp.</i>	x	x	x					x			
	<i>Paranurophorus simplex</i>	x		x		x		x			x	
<i>Entomobryidae</i>	<i>Entomobrya socia</i>	x		x	x							
	<i>Sinella curviseta</i>	x			x			x			x	x
	<i>Seira 2 spp.</i>	x	x	x	x			x			x	x
	<i>Lepidocyrtus 2 spp.</i>	x	x		x			x			x	x
	<i>Pseudosinella 4 spp.</i>	x	x	x	x		x	x		x	x	x
	<i>Salina banksi</i>	x	x				x	x		x		
<i>Sminthuridae</i>	<i>Sminthurides 2 spp.</i>	x	x		x		x	x			x	

VÁZQUEZ, PEREIRA, FRAGOSO Y RODRÍGUEZ

Familia	Género y especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	<i>Sphaeridia pumilis</i>	x	x		x		x			x	x	
<i>Arrhopalitidae</i>	<i>Collophora quadrioculata</i>	x	x				x	x				x
<i>Katiannidae</i>	<i>Sminthurinus latimaculosus</i>	x	x	x	x		x					x
	<i>Stenognathellus denisi</i>	x		x			x					x
<i>Dicyrtomidae</i>	<i>Calvatomina 2 spp.</i>	x	x	x			x	x	x		x	
	<i>Dicyrtoma 5 spp.</i>	x	x	x	x				x		x	
	<i>Ptenothrix atra</i>	x	x	x	x							
<i>Sminthuridae</i>	<i>Sminthurus medialis</i>	x		x					x		x	
	<i>Sphyroteca 2 spp.</i>	x	x	x				x	x			x
	<i>Neosminthurus clavatus</i>	x	x	x				x	x			x
<i>Bourletiellidae</i>	<i>Deuterostminthurus lurida</i>	x	x				x	x				x
	<i>Pseudobourletiella spinata</i>	x	x				x	x				x
	<i>Stenognathriopes tenentiella siankaana</i>	x										
<i>Neelidae</i>	<i>Neelides 2 spp.</i>	x	x	x		x			x			x
	<i>Megalothorax 2 spp.</i>	x	x		x	x			x	x		x

1. Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Q. Roo, Méx.
2. Noh- Bec. Q. Roo, Mex.
3. Calakmul, Camp., Méx.
4. Zoh-Laguna, Camp. Mex.
5. Montes Azules, Chis., Mex.
6. Palenque, Chis., Mex.
7. Pine Ridge, Bel.
8. Blue Mountain, Bel.
9. Tikal, Guat.
10. Gran Reserva de la Biosfera Maya, Guat.
11. Tzikín-Tzakán, Guat.

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

Tabla 4. Resumen de Familias y géneros de gasteropoda colectados e identificados en las ANP's del CBM

Id	Familia	Géneros	spp	Reg	Status
1	<i>Helicodiscidae</i>	2	4	17	
2	<i>Polygyridae</i>	1	1	2	
3	<i>Discidae</i>	4	4	53	X
4	<i>Helminthoglyptidae</i>	3	4	31	
5	<i>Ampullaridae</i>	2	5	68	
6	<i>Valloniidae</i>	1	1	3	
7	<i>Viviparidae</i>	2	4	20	
8	<i>Helicinidae</i>	1	3	56	
9	<i>Zonitidae</i>	2	2	12	
10	<i>Urocoptidae</i>	1	3	27	X
11	<i>Pupillidae</i>	1	2	15	
12	<i>Spiraxidae</i>	3	4	142	
13	<i>Pleuroceridae</i>	1	2	7	
14	<i>Succineidae</i>	2	3	44	
15	<i>Bulimidae</i>	1	2	6	
a		<i>Carychium</i>	2	7	ND
b		<i>Annularia</i>	2	9	ND
c		<i>Schasicheila</i>	2	12	ND
d		<i>Rabdotus</i>	1	7	ND
e		<i>Drymaeus</i>	1	33	FND
f		<i>Orthalicus</i>	2	7	FND
g		<i>Coelocentrum</i>	1	5	ND
h		¿ <i>Specie Nova?</i>	1	8	X
i		¿ <i>Specie Nova?</i>	1	7	X
j		¿ <i>Specie Nova?</i>	1	3	X
Total	Familias 15	Géneros 34	58	601	6

Nota: ND=Nomen Dubium; FND Familia en revisión; X asignación en revisión o en proceso de clasificación.

Tabla 5. Diversidad genérica y número de especies de hormigas

Subfamilia	Especie o num. de especies	Sta. Teresa (Sian Kaan), Q.R.	El Tormento, Camp.	Silvituc, Camp.	Sur De Xpujil, Camp.	Norte de Xpujil, Camp.	San Felipe Bacalar	Chunhuhub, Q.R.	Coba, Q.R.	Palenque, Chiapas	Misol Ha, Chiapas	Manuel Velasco, Chis.
<i>Ponerinae</i>	<i>Amblyopone degenerata</i>				x							
	<i>Prionopelta modesta</i>							x	x			x
	<i>Platythyrea punctata</i>						x					
	<i>Probolomyrmex petiolatus</i>					x						
	<i>Gnamptogenys 3 spp.</i>		x				x	x				
	<i>Proceratium micrommatum</i>			x		x						
	<i>Discothyrea testacea</i>	x	x	x			x	x		x	x	
	<i>Thaumatomyrmex ferox</i>						x		x			
	<i>Pachycondyla 3 spp.</i>			x	x		x	x	x		x	
	<i>Hypoponera 12 spp.</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Belonopelta deletrix</i>				x							
	<i>Leptogenys quiriguana</i>						x					
	<i>Anochetus 2 spp.</i>	x			x	x	x					
	<i>Odontomachus 2 spp.</i>						x		x			
<i>Cerapachyinae</i>	<i>Acanthostichus aff brevicornis</i>						x					
	<i>Cerapachys 3 spp.</i>			x	x			x				x
<i>Myrmicinae</i>	<i>Stenammas aff diversum</i>					x	x		x			
	<i>Hylomyrma dentiloba</i>				x							
	<i>Pheidole 9 spp.</i>	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x

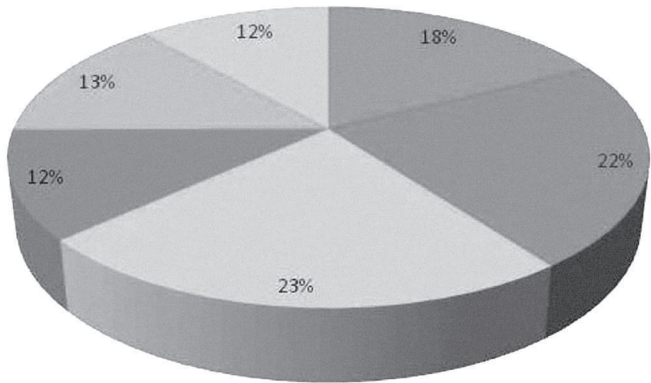
Continúa...

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

continuación...

Subfamilia	Especie o num. de especies	Sta. Teresa (Stan Kaan), Q.R.	El Tormento, Camp.	Silvituc, Camp.	Sur De Xpujil, Camp.	Norte de Xpujil, Camp.	San Felipe Bacalar	Chunhuhub, Q.R.	Coba, Q.R.	Palenque, Chiapas	Misol Ha, Chiapas	Manuel Velasco, Chis.
	<i>Cardiocondyla</i> 2 spp.		x				x					
	<i>Crematogaster</i> sp. A	x	x					x	x			
	<i>Monomorium</i> 2 spp.		x	x	x	x	x	x	x			
	<i>Megalomyrmex</i> 3 spp.	x		x	x	x	x	x	x			
	<i>Solenopsis</i> 7 spp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Oligomyrmex urichi</i>						x	x	x			
	<i>Leptothorax</i> 2 spp.						x	x				
	<i>Rogeria</i> 4 spp.	x	x	x	x	x	x	x	x			
	<i>Adelomyrmex</i> 2 spp.	x		x	x		x	x	x		x	x
	<i>Wasmannia auropunctata</i>	x	x	x	x		x	x	x			
	<i>Cephalotes</i> 2 spp.					x	x					
	<i>Strumigenys</i> 5 spp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	<i>Pyramica</i> 7 spp.		x		x		x	x	x	x		x
	<i>Rhopalothrix</i> 2 spp.					x	x		x	x		
	<i>Octostruma</i> 5 spp.	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
	<i>Apterostigma</i> sp.							x				
	<i>Cyphomyrmex</i> 3 spp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	<i>Mycocepurus smithii</i>						x					
	<i>Myrmicocrypta</i> sp.							x				
	<i>Sericomyrmex</i> sp.						x	x				
	<i>Atta</i> sp.				x							
	<i>Trachymyrmex</i> sp.						x					
<i>Ecitoninae</i>	<i>Labidus coecus</i>		x			x		x				

Subfamilia	Especie o num. de especies	Sta. Teresa (Sian Kaan), Q.R.	El Tormento, Camp.	Silvituc, Camp.	Sur De Xpujil, Camp.	Norte de Xpujil, Camp.	San Felipe Bacalar	Chunhuhub, Q.R.	Coba, Q.R.	Palenque, Chiapas	Misol Ha, Chiapas	Manuel Velasco, Chis.
<i>Pseudomyrmecinae</i>	<i>Pseudomyrmex</i> 3 spp.						x		x	x		
<i>Dolichoderinae</i>	<i>Conomyrma insana</i>		x	x	x	x	x	x	x			
	<i>Tapinoma melanocephalum</i>	x	x	x	x	x		x	x			
	<i>Forelius sp.</i>	x	x		x			x				
<i>Formicinae</i>	<i>Acropyga sp.</i>			x	x	x		x			x	
	<i>Brachymyrmex</i> 2 spp.	x		x	x			x	x	x		
	<i>Camponotus sp.</i>				x							
	<i>Paratrechina</i> 2 spp.	x		x	x	x	x	x	x			



■ Uropodina ■ Formicidae ■ Oribatidae ■ Prostigmata ■ Collembola ■ Gasteropoda

Figura 5. Riqueza de especies (grupos que presentan el mayor número de especies) en el CBM.

Comentarios finales

1. Los sitios estudiados están ubicados en algunas áreas naturales protegidas del CBM., por lo que la gran riqueza de especies encontradas se corresponde con sitios en relativo buen estado de conservación.
2. Considerando los datos por zonas, hay una correlación directa entre la cantidad de materia orgánica presente en los sitios estudiados con la mayor riqueza de especies de los mismos.
3. La mayor heterogeneidad paisajística como es el caso de Belice no se corresponde con una mayor riqueza de especies, lo cual es una situación atípica.
4. Los ácaros oribátidos y uropodina presentan la mayor riqueza específica en los sitios estudiados.
5. En lo que respecta al grupo de los formícidos, se encontraron más de la mitad de los géneros registrados para el país, resaltan por su rareza los géneros *Thaumatomyrmex*, *Probolomyrmex*, *Belonopelta*, *Acanthostichus*, *Cerapachys*, *Hylomyrma* y *Myrmicocrypta*.
6. El 80% de las especies de microartrópodos determinados para el área de estudio presentan una clara filiación neotropical.

Referencias

- Aguilera Herrera, N. (1989), *Tratado de Edafología de México*, México, Fac. de Ciencias, UNAM.
- Alexander, M. (1980), *Microbiología del suelo*, México, AGP.
- Arbea, J. L. y J. Blasco-Zumeta (2001), *Ecología de los Colémbolos (Hexápoda, Colembola) en Los Moneris (Zaragoza, España)*, Archnet 7-Biol. SEA, núm. 28, pp. 35-48.
- Balogh, J. y P. Balogh (1988), *The soil mites of the world Oribatid mites on Neotropical Region I*, Budapest, Akadémiai Kiado.
- Brower, J. E.; J. H. Zar y C. Von Ende (1997), *Field and laboratory methods for general Ecology*.
- Buol, S. W.; F. D. Hole y R. J. McCracken (1998), *Génesis y clasificación de suelos*, 2da edición, México, Trillas.
- Burges, A. y F. Raw (1971), *Biología del suelo*, Omega, Barcelona, España, McGraw-Hill Co.
- Chapman, H. y P. Pratt (1998), *Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas*, México, Trillas.
- Christiansen, K. & P. Bellinger (1980), *The Collembola of North America north of the Rio Grande, A taxonomic analysis*, Iowa, Grinnell College.
- Cutz-Pool, L. Q.; Palacios-Vargas, J. G. y Vázquez, M. M. (2003), “Comparación de algunos aspectos ecológicos de Collembola en cuatro asociaciones vegetales de Noh-Bec, Quintana Roo, México”, en *Folia Entomol*, México, 42 (1), pp. 91-101.
- Deharveng, L. (1996), *Soil Collembola Diversity, endemism, and reforestation: A case study in The Pyrenees (France)*, *Conservation Biology*, 10 (1), 74, pp. 84.
- FAO-UNESCO (1990), *Mapa Mundial de Suelos*, Informe sobre recursos mundiales de suelos 60, Roma, Italia, FAO.
- Fahy, Neil E. (2003), “Key to Mexican Terrestrial Snail Genera Using Shell Characters”, *Revista de Biología Tropical*, vol. 15, supl. 3.

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

- Guillén, C.; F. Soto-Adames; M. Springer (2006), *Variables físicas, químicas y biológicas del suelo sobre las poblaciones de colémbolos en Costa Rica*, Agronomía Costarricense, 30 (2), pp. 19-29.
- Hoffmann, A. y G. López Campos (2000), *Biodiversidad de los ácaros en México*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, UNAM.
- _____ (2002), *Acari*, en J. Llorentte Bousquets y J. J. pp. 223-276.
- IIUSS Grupo de Trabajo WRB (2007), *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo*, Primera actualización 2007, Informes sobre Recursos Mundiales, núm. 103. Roma, FAO.
- Johnson, R. A. (2001), *Biogeography and Community Structure of North American Seed - Harvester*, Ants Annu, Rev. Entomol, 46, pp. 1-29.
- Krantz, G. W. (1978), *A manual of acarology*, 2nd edition, Oregon State University Book Stores Inc. Corvallis.
- León Arteta, R. (1991), *Nueva Edafología, Regiones tropicales y áreas templadas de México*, 2da edición, México, Fontamar.
- Mari Mutt, J. y P. Bellinger, (1990), *A Catalog of the Neotropical Collembola Including Nearctic Areas of México, Flora and Fauna Handbook*, núm. 5, Sandhill Crane Press, Florida, USA, Gainesville.
- Morrone (eds), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. 3, México, D.F., UNAM.
- Morrone, J. y J. Marquez (2008), *Biodiversity of Mexico Terrestrial Arthropods (Arácnida and Hexápoda): A Biogeographical Puzzle*, Acta Zoológica Mexicana (m.s.), 24 (1), pp. 15-41.
- Palacios-Vargas J. & J. Najt (1986), *Collembola de las Reservas de la Biosfera Mexicana*, (1) Neanurinae, núm. 68, pp. 5-27.

- Palacios-Vargas, J. G. (1994), *Los ácaros oribátidos de México*, An. Inst. Biol. UNAM (Ser. Zool.), 65 (1), pp. 19-32.
- _____ (1996), *New species of Palmanura (Collembola: Neanuridae) from Mexico and Guatemala*, Can. Entomol., 128, pp. 805-824.
- _____ (1997), *Catálogo de los Collembola de México*, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Palacios-Vargas, J. G.; G. Castaño Meneses y B. E. Mejía Recamier (2000), "Collembola", en Llorente J. y otros (eds) *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. II, UNAM, pp. 249-273.
- Pflug, A. y V. Walters (2001), *Influence of drought and litter age on Collembola communities*, *European Journal of Soil Biology*, 37, pp. 103-106.
- Prirchett, W. (1991), *Suelos forestales, Propiedades, conservación y mejoramiento*, México, Limusa.
- Rusek, J. (2001), *Microhábitats of Collembola (Insecta: Entognatha) in beech and spruce forests and their influence on Biodiversity*, *European Journal of Soil Biology*, 37, pp. 29-36.
- Secretaría de medio Ambiente y Recursos Naturales (2000), *Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000*, México, Diario Oficial del 31 de diciembre de 2002.
- Steven, A. Sader (2001), *Monitoring the mesoamerican biological corridor: A nasa/ccad cooperative research project* Nasa.
- Thompson, Fred G. (2004), *An Identification Manual for the Freshwater Snails of Florida*, Florida Museum of Natural History, USA, Florida University.
- Vázquez, M. M. (1999), *Catálogo de los ácaros oribátidos edáficos de Sian Ka'an, Q. Roo México*, CONABIO-UQROO.
- _____ (2001), "Los ácaros (Ácarida: Oribatida) de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche (Resultados preliminares)", E-21, en *Memorias XXXVI Congreso Nacional de Entomología, Querétaro, Qro.*

II. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE ORGANISMOS EDÁFICOS

- Vázquez G., M. M. y D. Prieto Trueba (2001), "Oribatida", en *Fauna edáfica de las selvas tropicales de Quintana Roo*, Universidad de Quintana Roo, pp. 71-84.
- Vázquez, M. M. y J. G. Palacios Vargas (2004), *Catálogo de los Colémbolos (Hexapoda: Collembola) de Sian Ka'an Quintana Roo, México*, CONABIO-UQROO.