



DUGESIANA

Revista de Entomología

CUCBA



Volumen 32 número 2

ISSN 2007-9133



Dugesiana, Año 32, No. 2 (julio-diciembre, segundo semestre 2025), es una publicación semestral, editada por la Universidad de Guadalajara, a través del Centro de Estudios en Zoología, por el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Camino Ramón Padilla Sánchez # 2100, Nextipac, Zapopan, Jalisco, Tel. 3337771150 ext. 33218, <http://dugesiana.cucba.udg.mx/index.php/DUG>, glenusmx@gmail.com. Editor responsable: José Luis Navarrete-Heredia. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2009-062310115100-203, ISSN: 2007-9133, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: José Luis Navarrete-Heredia, Editor y Ana Laura González-Hernández, Asistente Editorial. Fecha de la última modificación 1 de julio 2025.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Guadalajara.

Riqueza y diversidad edáfica en una selva mediana subcaducifolia: un estudio en la ruta del Tren Maya

Richness and edaphic diversity in a subdeciduous medium forest: a study on the Maya Train route

Ma. Magdalena Vázquez¹, Nancy E. Hernández-Magaña², Gretel Jiménez Rodríguez¹ y Elizabeth Talavera González¹

¹ División de Ciencias, Ingeniería y Tecnología. Departamento de Ciencias ambientales, Universidad Autónoma Del Estado de Quintana Roo. Av. Boulevard Bahía S / N Col. Del Bosque, CP 77009. Chetumal, Quintana Roo, México.

² Tecnológico Nacional de México–IT. Chetumal, Av. Insurgentes 330, Quintana Roo 77013, México

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio para evaluar el impacto de las obras del Tren Maya sobre la biodiversidad edáfica. Con este fin se realizaron colectas durante los meses de junio y julio de 2024, al final de la temporada seca y al inicio de la temporada de lluvias, respectivamente. Se tomaron un total de 28 muestras de hojarasca y 28 de suelo. Las muestras de hojarasca fueron procesadas mediante embudos de Berlese, mientras que las muestras de suelo fueron analizadas para determinar la humedad utilizando el método gravimétrico (Mira et al. 2007).

Se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener, la dominancia de Simpson y la equitatividad de Pielou para evaluar la biodiversidad edáfica. Se presenta un listado de las especies de ácaros y colémbolos encontradas en la zona de estudio y se comparó con estudios similares llevados a cabo en sitios bien conservados de la Península de Yucatán.

Finalmente, se analiza la pérdida de biodiversidad edáfica asociada a la tala de vegetación y la erosión del suelo, basándose en los datos obtenidos en este estudio.

Palabras clave: diversidad edáfica, selva tropical, Tren Maya, México, Acari, Collembola.

ABSTRACT

A study was conducted to evaluate the impact of the Maya Train construction on edaphic biodiversity. For this purpose, several collections were made in 2024, during the months of June and July, at the end of the dry season and the beginning of the rainy season. A total of 28 leaf litter samples and 28 soil samples were collected. The leaf litter samples were processed using Berlese funnels, while the soil samples were analyzed to determine moisture content using the gravimetric method.

The Shannon-Wiener diversity index, the Simpson dominance index, and Pielou's equitability index were calculated to assess edaphic biodiversity. A list of mites and springtails species found in the study area is presented and compared with similar studies conducted in well-preserved sites in the Yucatán Peninsula.

Finally, the loss of edaphic biodiversity associated with vegetation clearing and soil erosion was analyzed based on the data obtained in the study.

Keywords: edaphic diversity, tropical forest, Maya Train, Mexico, Acari, Collembola.

Los Estados de Quintana Roo y Campeche, en la Península de Yucatán, cuentan con las mayores extensiones de selvas tropicales en relativo buen estado de conservación (Ibarra-Manríquez *et al.* 2002). En estos Estados es posible aún observar selvas bajas inundables, selvas medianas subcaducifolias y selvas altas subperennifolias, además de palmares, tasistales y manglares, pese a que también cuentan con altas tasas de deforestación (Ellis *et al.* 2017; 2024).

De acuerdo con Zamora-Crescencio *et al.* (2020), en una selva mediana de Campeche hay entre 510 y 820 individuos arbóreos en una (*Brosimum alicastrum* Sw.), cedro (*Cedrela odorata* L.), zapote (*Manilkara zapota* (L.) P. Royen), chechén (*Metopium brownei* (Jacq.) Urb.), k'aatal oox (*Swartzia cubensis* (Britton & P. Wilson) Standl.), caoba (*Swietenia macrophylla* King), y especies epífitas como la barba española (*Tillandsia fasciculata* Sw.) (Valdéz-Her-

nández y Islebe 2011). Las selvas medianas subcaducifolias son las más abundantes en cuanto a extensión en estos dos Estados de la Península, y también las más impactados por el desarrollo turístico y crecimiento poblacional, especialmente en el Estado de Quintana Roo.

Para la construcción de la línea del ferrocarril del Tren Maya, se talaron 4,505 hectáreas de selvas tropicales que abarcaron selvas medianas subcaducifolias y subperennifolias, así como selvas altas, palmares, tasistales y acahuals (Zamora-Crescencio *et al.* 2020).

Este estudio tiene como objetivo evaluar la diversidad edáfica en las áreas cercanas a las líneas del ferrocarril, ubicadas en los fragmentos de selvas tropicales que permanecieron sin ser talados. A partir de esta información, se busca analizar la pérdida de riqueza y diversidad edáfica ocasionada por la tala de vegetación y la desaparición del

suelo orgánico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ejido de Xpujil se encuentra en el municipio de Calakmul, Campeche (18° 30' 19" N 89° 23' 50" W; Fig. 1). En esta área se eligió un sitio de colecta (18° 29' 56.7" N 89° 20' 56.1" W), ubicado dentro del área de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, con regulación de la caza por parte de la SEMARNAT. Se trata de una selva mediana subcaducifolia en buen estado de conservación, situada a 150 metros de la línea del ferrocarril (Fig. 1)

Trabajo de campo. Para conocer y evaluar el impacto de las obras de construcción de la línea del ferrocarril "Tren Maya", se seleccionaron dos sitios en el área de vegetación de una selva mediana subperennifolia aledaña a las vías del ferrocarril que, aunque no fue talada, sí sufrió alteraciones debido a las actividades humanas relacionadas con la construcción del ferrocarril. Estos sitios fueron elegidos para evaluar la riqueza de especies en la zona impactada.

Las muestras fueron tomadas en dos temporadas: una en junio de 2024, durante el periodo seco, y otra en agosto del mismo año, durante la temporada de lluvias. Se recolectaron 14 muestras de hojarasca y suelo en cada temporada, para un total de 28 muestras en el estudio. La hojarasca y los detritos se recolectaron de una superficie de 25 x 25 cm, con una profundidad de 10 cm (Fig. 2 A). Las muestras fueron colocadas en bolsas de manta para su transporte al laboratorio, ya que este tipo de bolsa proporciona una adecuada protección a los organismos, permitiendo la aireación y manteniendo la humedad (Vázquez 2011). En el exterior de cada bolsa se colocó una etiqueta de papel con la siguiente información: fecha de colecta, temperatura del suelo, nombre del colector, nombre del sitio, número de muestra y tipo de vegetación (Fig. 2 B).

En el Laboratorio de Microartrópodos edáficos de la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, se procesaron las muestras de hojarasca (Figs. 3. A, 3B) utilizando embudos de Berlese (Walter y Krantz 2009) durante 5 días a temperatura ambiente. Este método de extracción de organismos se basa en el fototropismo negativo de los organismos que viven en el suelo (Fig. 3 B).



Figura 1. Área de estudio, Xpujil, Campeche.

Observación, montaje e identificación de los microorganismos. Se realizaron preparaciones de algunos de los microartrópodos colectados, para lo cual fue necesario aclarar los organismos. Para este proceso, se utilizó lactofenol (Fig. 4 A), un reactivo que facilita la maceración de los tejidos internos y preserva el exoesqueleto o cutícula, donde se encuentran las estructuras necesarias para su identificación (Palacios-Vargas y Mejía-Recamier 2007). La identificación y clasificación taxonómica de los organismos se llevó a cabo con un microscopio ZEISS Scope.A1 AXIO (Fig. 4 B), utilizando claves especializadas para las siguientes órdenes: Oribatida (Balogh y Balogh 1990, 1988; Vázquez

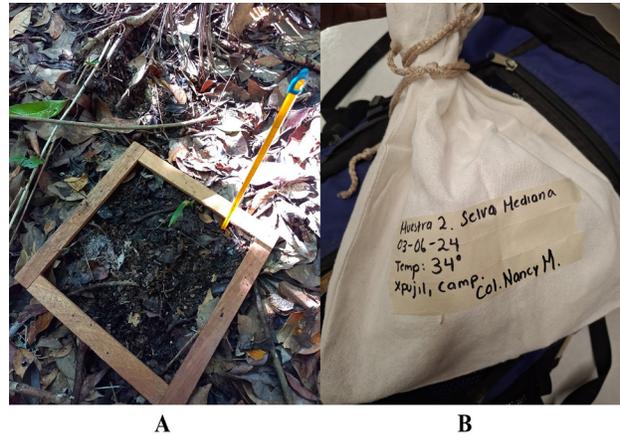


Figura 2 A-B. A. Guía de delimitación de superficie y bolsa con muestra de suelo debidamente etiquetada.

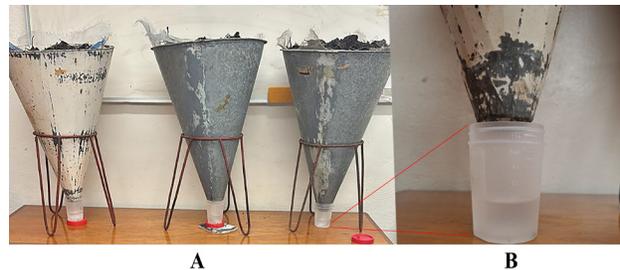


Figura 3 A-B. Método del embudo de Berlese utilizado para procesar las muestras colectadas, B. Vaso con alcohol al 70 %.

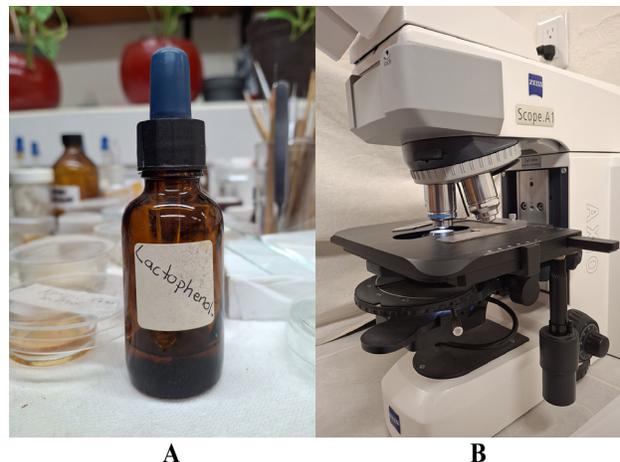


Figura 4 A-B. A. Lactofenol para la aclaración de organismos, B. Microscopio para la identificación taxonómica.

1999), Prostigmata (Vázquez-Rojas *et al.* 2020), Mesostigmata (Walter y Krantz 2009) y Collembola (Vázquez y Palacios-Vargas 2004).

Análisis de diversidad. Se determinó la abundancia total de los organismos, la abundancia relativa, y se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H'), la dominancia de Simpson (λ) y la equitatividad de Pielou (J') (Moreno 2001).

RESULTADOS

Abundancia, riqueza. Se cuantificaron un total de 4,744 organismos, de las 2 colectas. Del grupo de los ácaros edáficos se identificaron 43 familias, que comprende ácaros Prostigmata (15%), Mesostigmata (8%), Oribatida (64%) y Opilioacarida (2%) (Fig. 5). Entre los ácaros Prostigmata destaca la presencia de la familia Camerobidae (Fig. 6).

La mayor abundancia de acuerdo con la cuantificación de los organismos durante las dos temporadas de muestreo se presentó en la temporada de lluvias, con un total de 4,255 organismos, mientras que en la temporada seca se obtuvieron solo 489 organismos (Fig. 7).

Para la temporada de lluvias las familias con mayor abundancia fueron: Isotomidae (377), Neanuridae (371) y Hypogastruridae (356), Hypochthoniidae (213) y Scheloribatidae (195). Las familias con menor cantidad de individuos registrados fueron: Opilioacaridae, y Ceratozetidae, estas con un solo individuo (Fig. 8).

Para la temporada de secas las familias más abundantes fueron: Cosmochthoniidae (108), Bdelidae (85), Ctenacariidae (71), Trombidiidae (67), Parasitidae (56) y las de menor abundancia con solo un individuo fueron: Hypogastruridae, Eremulidae y Tetranychidae con un solo individuo (Fig. 9).

El valor más alto de diversidad se registró durante la temporada de lluvias en el sitio de selva mediana, con un índice de Shannon $H' = 3.299$, lo cual se relaciona con la mayor riqueza de familias observada en ese periodo. Este sitio también presentó el valor más bajo de dominancia ($\lambda = 0.045$), que indica una comunidad con alta equitatividad. Cabe señalar que este mismo valor de dominancia también se registró durante la temporada seca en el mismo sitio. La equitatividad también fue mayor en lluvias, con un valor de $J' = 0.877$, lo que indica una distribución uniforme de las

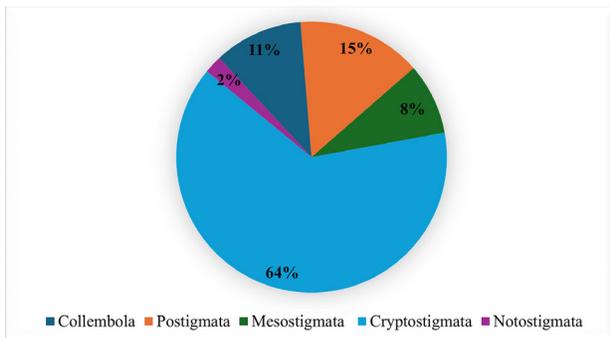


Figura 5. Distribución del porcentaje de microartrópodos edáficos en una selva mediana subcaducifolia de Xpujil, Calakmul, Campeche.



Figura 6. Camerobidae (*Neophyllobius* sp.), Xpujil, Calakmul, Campeche.

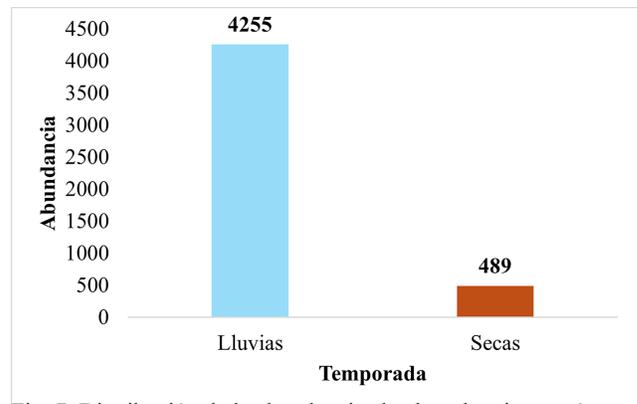


Fig. 7. Distribución de la abundancia absoluta de microartrópodos edáficos en una selva mediana en las dos temporadas de muestreo en Xpujil, Calakmul, Campeche.

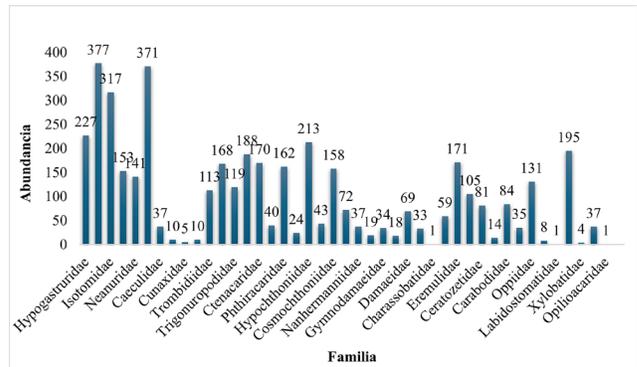


Figura 8. Distribución de la abundancia absoluta de las familias de microartrópodos en la selva mediana en la temporada de lluvias en Xpujil, Calakmul, Campeche.

abundancias entre las familias presentes.

El menor índice de diversidad se registró durante la temporada seca, con un valor de $H' = 2.125$. En este periodo también se observó la equitatividad más baja ($J' = 0.721$), lo que indica que la abundancia estuvo distribuida de manera desigual entre las familias presentes. Además, el valor de dominancia fue $\lambda = 0.045$, relativamente bajo; sin embargo, considerando que la dominancia es inversamen-

te proporcional a la diversidad, este resultado sugiere que, aunque no hubo una familia claramente dominante, la baja riqueza taxonómica contribuyó a reducir el valor del índice de diversidad.

Las selvas tropicales albergan la mayor diversidad biológica en muchos grupos de artrópodos y microartrópodos, presentando los índices más altos de biodiversidad de acuerdo con Shannon-Wiener (Cuadro. 1) constituyendo importantes reservorios de microbiota, microorganismos, microartrópodos y artrópodos, además de aves, reptiles y mamíferos (Vázquez 1999; Bueno-Villegas 2003; Navarrete-Heredia 2009; Pozo *et al.* 2011; Correa-Sandoval 2011; Escobedo-Cabrera 2011; Vázquez-Rojas *et al.* 2020). Listado taxonómico (Cuadro 3). La familia Cosmochthonidae está representada por tres morfoespecies, destacándose que ninguna de ellas corresponde con las especies previamente descritas para la región Neotropical (Fig. 10) (Balogh y Balogh 1990).

Por otro lado, la familia Phthiracaridae está representada por el género *Hoplophorella*. La familia Carabodidae se encuentra representada por dos géneros: *Cubabodes* y *Pentabodes*, lo que indica una distribución moderada en comparación con el número de organismos que presentan otras familias en la muestra, con una posible especialización en ciertos microhábitats, como: troncos en descomposición o musgo sobre las rocas.

La familia Acaronychidae está representada por un organismo ca. a *Acaronychus*, aunque presenta diferencias morfológicas notables, lo que podría implicar una divergencia o una variante aún no descrita de la especie.

Por su parte, la familia Microzetidae está bien representada, con al menos cuatro géneros y cuatro especies: *Cosmozetes*, *Kalyptrazetes*, *Rhopalozetes* y *Stylozetes*. Las especies de esta familia podrían estar aprovechando una amplia gama de nichos ecológicos y se denota una considerable diversidad dentro de esta familia en Xpujil.

La familia Eremulidae cuenta con un género: *Eremulus rigidisetous*, la familia Damaeolidae con *Fosseremus saltaensis* y la familia Eremobelbidae con *Eremobelba piffli*.

La familia Dampfiellidae está representada por el género *Beckiella*, con una especie. Aunque la representación es más limitada, el estudio de este género puede proporcionar información interesante sobre sus adaptaciones y distribución. La familia Galumnidae está representada por dos géneros: *Galumna* y *Pergalumna* sp. 1 y sp. 2.

Finalmente, la familia Opiidae es una de las más abundantes y diversas en las muestras, con cinco géneros y siete morfoespecies identificadas. Los géneros presentes incluyen: *Acroppia*, *Globoppia*, *Cubaoppia*, *Austroppia* y *Brachioppia*, lo que refleja una notable diversidad dentro de la familia en la región estudiada.

Se colectaron organismos de la familia Opilioacaridae (Fig. 11), los cuales, aunque no son abundantes, se consideran especies bioindicadores de hábitats en buen estado de conservación y/o de un equilibrio ecológico (Hoffmann y Vázquez 1986). Los ejemplares de esta familia se corres-

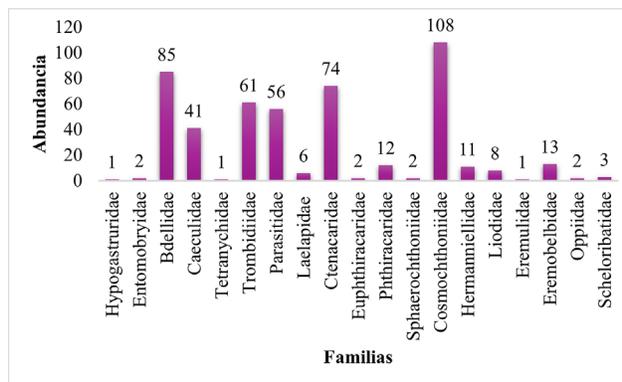
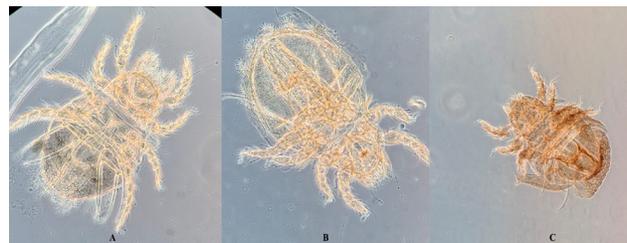


Figura 9. Distribución de la abundancia absoluta de las familias de microartrópodos en la selva mediana en la temporada seca en Xpujil, Campeche.



Figuras 10 A-C. A. ácaros de la familia Cosmochthonidae sp.1, B. sp. 2, C. sp. 3, de Xpujil, Calakmul, Campeche.



Figura 11. *Neocarus* sp. (Opilioacaridae). Ácaro bioindicador de sitios en buen estado de conservación.

ponden a una nueva especie que se encuentra en proceso de descripción.

De la familia Opilioacaridae se han descrito 3 nuevas especies para Quintana Roo *Neocarus siankanensis* (Vázquez & Klompen 2002), *Neocarus nohbecanus* (Vázquez & Klompen 2002), *Neocarus chactemalensis* (Vázquez & Klompen 2015). Así como 2 especies más en proceso de descripción, una de Puerto Morelos y una de Raudales, Quintana Roo. Mientras que para Campeche se tiene descrita una especie: *Neocarus calakmulensis* (Vázquez & Klompen 2015), y esta segunda especie de Xpujil, Campeche.

Collembola

El grupo de insectos Collembola estuvo representado por los siguientes géneros: en la familia Hypogastruridae se identificaron los géneros *Xenylla* sp. y *Superodontella* sp.; de la familia Neanuridae, *Neanura* ca. *muscorum*, *Pseudachorutes simplex* y *Pseudachorutes* sp.; de la familia Isotomidae, los géneros *Folsomides* sp., *Proisotoma* sp. y *Folsomia* ca. *prima*.

De la familia Sminthuridae se identificaron los géneros *Sminthurides* sp., *Sphaeridia* sp., y de la familia Sminthuridae el género *Sphyrotheca* ca. *mucroserrata* y *Neosminthurus clavatus*. De la familia Entomobryidae se determinaron las morfoespecies *Entomobrya* sp., *Sinella* sp. y *Seira* sp.

Los colémbolos son indicadores de suelos con buen nivel de humedad, por lo que fueron más abundantes en las colectas realizadas durante la temporada de lluvias. En cambio, durante la estación seca, solo algunos grupos estuvieron presentes, específicamente las familias Hypogastruridae y Neanuridae, localizados en la capa más profunda de la hojarasca.

DISCUSIÓN

La humedad y la temperatura del suelo juegan un papel importante en la riqueza de especies y la abundancia de los organismos (Cutz-Pool y Cruz 2013; Vázquez et al. 2023). Del primer muestreo efectuado en junio, correspondiente al periodo de secas, al segundo muestreo, cuando ya habían comenzado las lluvias, se observó un aumento significativo tanto en la diversidad de grupos de organismos encontrados como en el número de individuos correspondientes a cada grupo (Fig. 7).

Si tomamos en cuenta los índices de diversidad que se han encontrado en otros sitios estudiados de Quintana Roo y de Campeche, y considerando que este estudio abarca solo un año de colecta, los resultados permiten conocer la diversidad presente en un área aledaña a las vías del ferrocarril y el posible impacto de la pérdida de la cobertura vegetal sobre las selvas que permanecen, y, sobre todo, el impacto en la biodiversidad del suelo.

El sitio donde se llevó a cabo el presente estudio se encuentra en un relativo buen estado de conservación y corresponde a una selva mediana subperennifolia. Se ubica a un costado de las vías del ferrocarril, a 150 metros de distancia, en una franja de vegetación que no fue talada. Considerando la duración anual del muestreo y comparando los resultados con estudios previos en áreas similares, resulta notable haber registrado la mayoría de los taxones previamente reportados. Sin embargo, muchas de las morfoespecies recolectadas presentan características particulares que requieren de un análisis taxonómico más detallado.

Por ejemplo, del género *Cosmochthonius* se identificaron tres morfoespecies que no coinciden con las descritas anteriormente. Del género *Sphaerochthonius*, se encontraron dos morfoespecies no correspondientes a las especies conocidas para la región Neotropical (Balogh & Balogh

1988; 1990). En el caso de *Eohypochthonius*, se presume la presencia de una nueva especie, y tanto del género *Galumna* como de *Pergalumna* se identificaron tres morfoespecies distintas.

Los ácaros Mesostigmata estuvieron representados por los géneros *Asca*, *Laelaps*, *Trigonuropoda* y *Pyrosejus*, los cuales fueron abundantes y también mostraron una composición morfoespecífica diferente a la previamente registrada. Destaca también la presencia de ácaros de la familia *Opilioacaridae*, reconocidos como indicadores de suelos bien conservados y de ecosistemas en equilibrio. Su presencia sugiere que el sitio no ha sido severamente impactado por las obras del tren, o al menos no de forma significativa. El número total de especies o morfoespecies encontradas fue considerable (70), y esta alta riqueza puede considerarse un bioindicador del buen estado ecológico del ecosistema estudiado.

Los organismos del suelo, desde bacterias, hongos microscópicos, algas, larvas de insectos, nemátodos y microartrópodos —entre ellos ácaros y colémbolos— juegan un papel fundamental en la degradación de la materia orgánica (Cabrera-Dávila 2014; Socarrás 2013) y en la reintegración de nutrientes al suelo, contribuyendo al equilibrio de los ecosistemas forestales y a la sostenibilidad y fertilidad de los suelos (Crossley 1997; Kardol 2011; Sánchez et al. 2021).

Para la construcción de los tramos 5, 6 y 7 del proyecto ferroviario, que abarcan los estados de Quintana Roo y Campeche, se talaron aproximadamente 4,505 hectáreas, lo que representó la pérdida de unos 3,153,500 árboles, incluyendo maderas duras, preciosas, palmares, tasistales y tularres, entre otros tipos de vegetación (Zamora-Crescencio et al. 2020).

¿Qué organismos habitaban en estas áreas? ¿Cómo se afectó la biodiversidad de aquellos grupos que no pudieron desplazarse o proteger sus crías y huevos? Este impacto es complejo de cuantificar, y probablemente solo con el tiempo se podrá observar con mayor claridad el efecto total sobre la biota. No obstante, con base en estudios previos en distintos tipos de selvas de Quintana Roo y Campeche (Vázquez 1999; 2008; Vázquez et al. 2011; 2016; 2023; 2024; Cutz-Pool y Cruz 2013; Che-Uc et al. 2019; Pozo et al. 2011), se puede evaluar con mayor precisión la magnitud de esta pérdida.

¿Cuántos organismos del suelo se perdieron?

En una muestra de 25 × 25 cm se han llegado a contabilizar entre 454 y 2,098 organismos pertenecientes a hasta 30 órdenes y clases distintas (García-Gómez et al. 2014; Hernández-Magaña y Argüelles-Marín 2022; Vázquez et al. 2023). Extrapolando estos datos a una hectárea, el total estimado sería de 335,680,000 organismos. En consecuencia, en las 4,505 hectáreas taladas, habrían desaparecido aproximadamente 1,512,238,400,000 organismos edáficos, pertenecientes principalmente a microartrópodos.

Considerando los índices de diversidad registrados para

la biodiversidad edáfica en la selva baja inundable, selvas medianas subcaducifolias y selvas altas subperennifolias (Cuadro 2), se observa una disminución significativa en la riqueza de especies e índices de diversidad en áreas cercanas a las vías del ferrocarril, como se observó en el estudio de una selva mediana en Xpujil, Campeche. Esta pérdida masiva de biomasa animal y vegetal, así como de biodiversidad, será difícilmente recuperable (Vázquez 1999; Vázquez *et al.* 2023).

Frente a este panorama, una de las tareas prioritarias es la reforestación y la implementación de medidas de conservación, así como estudios a largo plazo que permitan monitorear la restauración de los ecosistemas y el eventual retorno de la fauna edáfica característica de las selvas tropicales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo recibido para llevar a cabo este proyecto por la Dirección General de Investigación, Vinculación y Posgrado de la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo.

LITERATURA CITADA

- Balogh, J., y Balogh, P. 1990. *The soil mites of the world: Vol. 3: Oribatid mites of the neotropical region II (Vol. 3)*. Elsevier Health Sciences, Amsterdam.
- Balogh, P., y Balogh, J. 1988. *The soil mites of the world: Vol. 3: Oribatid mites of the neotropical region II (Vol. 3)*. Elsevier, Amsterdam.
- Bueno-Villegas, J. 2003. Los diplópodos del suelo en la selva alta de Los Tuxtlas. *Ecología del suelo en la selva tropical húmeda de México*. Instituto de Ecología, AC, Instituto de Biología y Facultad de Ciencias, UNAM. Xalapa, México, 226-236.
- Cabrera, G. (2014). Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba. *Fundación Rufford (RSGF, para la Conservación de la Naturaleza)*. <https://doi.org/10.19136/era.a6n17.2011>
- Che-Uc, W. I., L. Q. Cutz-Pool, L. E. Armenta-Tirado, and S. E. Rosado-Martín. 2019. Ácaros oribátidos de una selva secundaria y un cultivo de maíz en el ejido de Nicolás Bravo, Quintana Roo, México. *Agroecosistemas Tropicales*, 317.
- Correa-Sandoval, J. 2011. Aves. En C. Pozo, N. Armijo Canto, & S. Calmé (Eds.), *Riqueza biológica de Quintana Roo: un análisis para su conservación*. Tomo 2. ECOSUR, CONABIO, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F. pp. 252-265.
- Crossley Jr, D. A. (1977). The roles of terrestrial saprophagous arthropods in forest soils: current status of concepts. In *The role of arthropods in forest ecosystems* (pp. 49-56). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Cutz-Pool, L. Q., and J. N. Cruz. 2013. Biodiversidad de ácaros oribatidos asociados a *Tillandsia festucoides* de Nicolás Bravo, Q. Roo. *Entomología mexicana*, 2(1): 95-99.
- Ellis, E. A., D. Chacón-Castillo, I. U. Hernández-Gómez, S. Madrid, and S. Cuervo. 2024. Agricultural Subsidies Augmented Tropical Deforestation in the State of Campeche, Mexico. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=5012403> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5012403>
- Ellis, E. A., J. A. Romero-Montero, and I. U. Hernández-Gómez. (2017). Deforestation processes in the state of Quintana Roo, Mexico: the role of land use and community forestry. *Tropical Conservation Science*, 10, 1940082917697259.
- Escobedo-Cabrera, E. 2011. Mamíferos terrestres. En C. Pozo, N. Armijo Canto, & S. Calmé (Eds.), *Riqueza biológica de Quintana Roo: un análisis para su conservación*. Tomo 2. ECOSUR, CONABIO, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F. pp. 267-271
- García-Gómez, A., G. Castaño-Meneses, M. Vázquez, and G. J. Palacios-Vargas. 2014. Mesofaunal arthropod diversity in shrub mangrove litter of Cozumel Island, Quintana Roo, México. *Applied Soil Ecology*, 83: 44-50.
- Hernández-Magaña, N. E., and N. G. Argüelles-Marín. 2022. Diversidad y riqueza específica de microartrópodos edáficos en Raudales, Quintana Roo, México. *Tesis de Licenciatura, Manejo de Recursos Naturales*, Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, Chetumal.
- Hoffmann, A., and M. Vázquez. 1986. Los primitivos ácaros opilioacaridos en México. *Folia Entomológica Mexicana*, (67): 53-60.
- Ibarra-Manríquez, G., J. L. Villaseñor, R. Durán, and J. Meave. 2002. Biogeographical analysis of the tree flora of the Yucatan Peninsula. *Journal of Biogeography*, 29(1): 17-29.
- Kardol, P., W. N. Reynolds, R. J. Norby, and A. T. Classen. (2011). Climate change effects on soil microarthropod abundance and community structure. *Applied*. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.11.001>
- Mira, M., E. Valor, R. Boluda, V. Caselles, and C. Coll. 2007. Influencia del efecto de la humedad del suelo en la emisividad del infrarrojo térmico. *Tethys*, (4): 3-10.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad* (Vol. 1). M&T-Manuales y Tesis SEA, Zaragoza.
- Navarrete-Heredia, J. L. 2009. Biodiversidad: Importancia y amenazas. *Universidad de Guadalajara, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*.
- Palacios-Vargas, J. G., and B. E. Mejía-Recamier. (2007). *Técnicas de colecta, montaje y preservación de microartrópodos edáficos*. UNAM, Facultad de Ciencias, México, D.F.
- Pozo, C., N. Salas-Suárez, and A. Maya (Eds.). 2011. *Ri-*

- riqueza biológica de Quintana Roo: un análisis para su conservación, Tomo 2. ECOSUR, CONABIO, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD), México, D.F., pp. 32-36.
- Sánchez, S. P., R. Courtney, and O. Schmidt. 2021. Soil meso-and macrofauna indicators of restoration success in rehabilitated mine sites. En: *Handbook of ecological and ecosystem engineering*, pp. 67-94. <https://doi.org/10.1002/9781119678595.ch4>
- Socarras A. (2013). Soil mesofauna: biological indicator of soil quality. *Pastos y forrajes*. 36: 5-13
- Valdéz-Hernández, M., and G. A. Islebe. 2011. Tipos de vegetación. En C. Pozo, N. Armijo Canto, and S. Calmé (Eds.), *Riqueza biológica de Quintana Roo: un análisis para su conservación*, Tomo 2. ECOSUR, CONABIO, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD), México, D.F., pp. 32-36.
- Vázquez, M. M. (2011). Ácaros. En F. B. Zúñiga, J. L. P. Prieto, R. P. Bistrain, E. C. Jiménez, & M. D. C. D. Carranza. (Eds.), *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales* (H. D. González, Ed.). Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 277-291.
- Vázquez, M. M. 1999. *Fauna edáfica de las selvas tropicales de Quintana Roo*. Chetumal, Quintana Roo, México: Universidad de Quintana Roo, UQRoo-Conacyt.
- Vázquez, M. M. 2008. *Microartrópodos edáficos litorales. De Chetumal/Corozal: Costa Occidental del Mar Caribe*, 131.
- Vázquez, M. M., A. Pereira, P. Frago, and J. A. Rodríguez. 2011. Riqueza y biodiversidad de organismos edáficos del Corredor Biológico Mesoamericano (México, Belice y Guatemala). *Avances deficiencia y tecnología en Quintana Roo*, 37-70.
- Vázquez, M. M., and H. Klompen. 2002. The family Opilioacaridae (Acari: Parasitiformes) in North and Central America, with description of four new species. *Acarologia*, 42: 299-322.
- Vázquez, M. M., and 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., D.A. May, and E. Alamilla-Pastrana. 2016. Riqueza específica y biodiversidad de Cozumel, Quintana Roo, México. *Teoría y Praxis*, (19): 137-171. <https://doi.org/10.22403/uqroomx/typ19/07>.
- Vázquez, M. M., L. V. Valdez-Chan, N. E. Hernández-Magaña, and D. M. Uicab. 2024. Tiempo de degradación de la materia orgánica en una selva mediana de Petcacab, Quintana Roo, México. *Dugesiana*, 31(2): 149-158.
- Vázquez, M. M., N. E. Hernández-Magaña, and N. G. Argüelles. 2023. Riqueza y biodiversidad de microartrópodos edáficos (Acari y Colembolla) en la comunidad de Raudales, Q. Roo, México. *AvaCient*, (ISSN: 2594-018X), 75-85.
- Vázquez-Rojas, M., M.M. Vázquez, F. Medina, A. Bieler, B. E. Mejía-Recamier, E. Alamilla-Pastrana, and D.A. May. 2020. *Ácaros Prostigmata y Endeostigmata de las selvas tropicales de Quintana Roo, México* (1ª. ed.). Facultad de Ciencias de la UNAM.
- Walter, D. E., and G. W. Krantz. 2009. Collecting, rearing, and preparing specimens. In: *A manual of Acarology*, 3rd ed., pp. 83-96.
- Zamora-Crescencio, P., R. C. Barrientos-Medina, A. H. Plasencia-Vázquez, P. Villegas, M. D. R. Domínguez-Carrasco, C. Gutiérrez-Báez, and I. G. Poot Sarmiento. 2020. Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en Hobomó, Campeche, Campeche, México. *Madera y Bosques*, 26(1). <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2612121>

Recibido: 20 de diciembre 2024

Aceptado: 18 de junio 2025