



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE

---

# Diversidad y Riqueza específica de Microartrópodos edáficos en Raudales, Quintana Roo, México.

---

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE

**Licenciada En Manejo de Recursos Naturales**

PRESENTA

**Nancy Esther Hernández Magaña**

**Nanlui Guadalupe Argüelles Marín**

DIRECTOR DE TESIS

**Dra. María Magdalena Vázquez González**

ASESORES

**Dra. Rosa Gabriela Castaño Meneses**

**M. en C. León Esteban Ibarra Garibay**

**Dr. Leopoldo Q. Cutz Pool**

**Lic. Daniel Alfonso May Uicab**



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2022



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE QUINTANA ROO

## DIVISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE TESIS DEL  
PROGRAMA DE LICENCIATURA Y APROBADA COMO REQUISITO PARA  
OBTENER EL GRADO DE:

### Licenciada En Manejo de Recursos Naturales

#### COMITÉ DE TESIS

DIRECTOR:   
María Magdalena Vázquez González

ASESOR:   
Dra. Rosa Gabriela Castaño Meneses

ASESOR:   
M. en C. León Esteban Ibarra Garibay

ASESOR:   
Dr. Leopoldo Q. Cutz Pool

ASESOR:   
Lic. Daniel Alfonso May Uicab



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2022

Diversidad y Riqueza específica de Microartrópodos edáficos en Raudales, Quintana Roo, México.

## Dedicatoria y agradecimiento

**Nancy E. Hernández Magaña**

*A mis padres, Aida Magaña y Guadalupe Hernández por su amor, motivación, apoyo a lo largo de mi carrera universitaria y sobre todo por su esfuerzo en todos estos años para poder lograr este sueño. A mi abuelita Raquel Torres por escucharme siempre que llegaba de la escuela hablando de lo que me apasiona hacer. A mis hermanos, Claudia e Iván por estar pendientes y siempre preguntándome sobre mi trabajo y hacerme sentir orgullosa de lo que soy y de lo que les puedo enseñar. A mi sobrina Madai por iluminar mis días con su sonrisa y ocurrencias antes de ir al Laboratorio.*

*Dra. Magdalena, de manera especial, agradezco su apoyo en todo este tiempo desde que decidí sumergirme a este mundo de los microartrópodos, por abrirme las puertas y permitir llevar a cabo esta investigación en el laboratorio, por compartir sus conocimientos y haber guiado esta tesis con paciencia hasta concluirla.*

*A todos los asesores de esta tesis, Dra. Gabriela, Dr. Leopoldo y el MC. León, gracias por sus correcciones, comentarios y recomendaciones en este trabajo.*

*Al Biól. Oscar Ramírez por sus importantes aportes a esta tesis, por estar pendiente en todo este proceso, así como motivarme y animarme a seguir mis sueños.*

*A mis amigos y compañeros, por sus consejos y ánimos para seguir y terminar esta tesis, por creer en nosotras y sobre todo a mi querida amiga Azalia, por su apoyo incondicional, quien fue testigo de los días de estrés, pero que también nos motivó y estuvo ahí para nosotras con sus consejos, comentarios y revisiones.*

*A Daniel por su asesoría desde el inicio de esta investigación y por atender todas mis dudas que surgieron en este camino, gracias.*

*A mi compañera de tesis, Nanlui por su compañía y paciencia por todas esas horas y tardes de estudio, estrés y risas que pasamos juntas en el laboratorio. ¡Se logró!*

**Nanlui G. Argüelles Marín**

*Agradezco infinitamente y dedico mi tesis a mis padres Nancy Marín y Luis Argüelles, a mis hermanos Ángel Argüelles y Nancy Yanin Argüelles, por todo su apoyo lo largo de mi carrera y todas las enseñanzas que me brindaron todos estos años.*

*Le dedico a mis sobrinos, Luis Ángel, Gael Alejandro y Ernesto Isaac, para motivarlos a nunca rendirse por más difícil que sea el camino.*

*Le doy miles de gracias a mi directora de tesis, la Mtra. María Magdalena Vázquez González por brindarme un espacio en el laboratorio y enseñarme de lo maravilloso que es el mundo de los microartrópodos edáficos, por su paciencia, confianza y contemplarme en actividades de alto aprovechamiento que beneficiaron mi conocimiento.*

*A mis asesores de tesis por tomarse el tiempo de revisar y corregir la tesis; y por todas las recomendaciones que fomentaron una tesis más completa.*

*A Daniel May por su paciencia y asesoría, por quedarse varias mañanas y tardes explicándonos a pesar de tener otras actividades que hacer, le agradezco por su tiempo invertido en nosotras.*

*Agradezco a mis amigos por apoyarme, echarme porras y darme consejos para seguir adelante, sobre todo a mi compañera de tesis Nancy Hernández por trabajar, aprender, llorar, celebrar y terminar conmigo este trabajo de investigación, también le doy gracias por todos esos momentos divertidos que pasamos a lo largo de este tiempo redactando juntas.*

## Índice

<b>1. Resumen .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Introducción.....</b>	<b>12</b>
<b>3. Antecedentes.....</b>	<b>14</b>
<b>4. Justificación .....</b>	<b>18</b>
<b>5. Planteamiento del problema.....</b>	<b>20</b>
<b>6. Hipótesis .....</b>	<b>20</b>
<b>7. Objetivos .....</b>	<b>21</b>
<b>7.1 General.....</b>	<b>21</b>
<b>7.2 Específicos .....</b>	<b>21</b>
<b>8. Área de estudio .....</b>	<b>22</b>
<b>8.1 Clima .....</b>	<b>23</b>
<b>8.2 Edafología.....</b>	<b>24</b>
<b>8.3 Vegetación .....</b>	<b>25</b>
<b>8.4 Hidrología .....</b>	<b>30</b>
<b>9. Metodología .....</b>	<b>31</b>
<b>9.1 Trabajo en campo .....</b>	<b>31</b>
<b>9.2 Colecta .....</b>	<b>31</b>
<b>9.3 Medición de temperatura y humedad .....</b>	<b>32</b>
<b>9.4 Coordenadas geográficas .....</b>	<b>33</b>
<b>9.5 Períodos de colecta .....</b>	<b>33</b>
<b>10. Trabajo de laboratorio .....</b>	<b>33</b>
<b>10.1 Extracción de organismos edáficos .....</b>	<b>33</b>
<b>10.2 Revisión y cuantificación de organismos.....</b>	<b>34</b>
<b>10.3 Preparación: Aclaración y montaje de los organismos.....</b>	<b>35</b>

10.4 Observación al microscopio y montaje e identificación .....	35
<b>11. Análisis estadísticos .....</b>	<b>36</b>
11.1 Abundancia relativa (%) .....	36
11.2 Riqueza específica (S) .....	36
11.3 Índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) .....	36
11.4 Índice de equitatividad de Pielou ( $J'$ ) .....	37
11.5 Dominancia de Simpson ( $\lambda$ ) .....	37
11.6 Índice de Similitud de Sørensen ( $I_s$ ) .....	37
11.7 Análisis de varianza .....	38
11.8 Prueba t-student .....	38
11.9 Análisis de regresión lineal .....	38
<b>12. Resultados .....</b>	<b>39</b>
12.1 Abundancia, riqueza de acaros y colembolos en Raudales .....	39
12.2 Temperatura y Humedad .....	40
12.3 Variación temporal de la abundancia de microartrópodos .....	43
12.4 Índices de Diversidad .....	53
12.5 ANOVA .....	55
12.6 Índice de Similitud de Sørensen ( $I_s$ ) .....	56
12.7 Prueba de t-student .....	58
12.7.1 Comparación de la prueba t- student en los sitios manglar, selva mediana y selva baja .....	58
12.7.2 Comparación de la prueba t-student en las diferentes temporadas en los tres sitios de muestreo. ....	58
12.8 Análisis de regresión lineal .....	59
<b>13. Discusión .....</b>	<b>61</b>
<b>14. Conclusiones .....</b>	<b>65</b>

<b>15. Referencias</b> .....	<b>67</b>
<b>16. Anexos</b> .....	<b>72</b>
<b>16.1 Algunos aspectos de la Distribución, Biología y Reproducción de los ácaros edáficos de Raudales, Q. Roo.</b> .....	<b>72</b>
<b>16.2 Prostigmata</b> .....	<b>74</b>
<b>16.3 Mesostigmata</b> .....	<b>75</b>
<b>16.4 Notostigmata</b> .....	<b>77</b>
<b>16.5 Figuras de Prostigmata</b> .....	<b>83</b>
<b>16.6 Figuras de Mesostigmata</b> .....	<b>85</b>
<b>17. Listado de especies en Raudales</b> .....	<b>87</b>

### Índice de Tablas

Tabla 1: Coordenadas del predio donde se realizará el estudio de investigación.	22
Tabla 2.- Caracterización de los diferentes ecosistemas en Raudales, Q. Roo....	25
Tabla 3. Humedad en los sitios de muestreo .....	42
Tabla 4. Distribución de abundancia absoluta de las familias de microartrópodos edáficos en Manglar, Selva Mediana, y Selva Baja en Raudales, Quintana Roo, México.....	45
Tabla 5. Índices de diversidad: Diversidad de Shannon ( $H'$ ), Dominancia de Simpson ( $\lambda$ ), y Equitatividad de Pielou ( $J'$ ) en los tres sitios de muestreo.....	54
Tabla 6. Índices estadísticos: Diversidad de Shannon ( $H'$ ), Dominancia de Simpson ( $\lambda$ ), y Equitatividad de Pielou ( $J'$ ) en los tres sitios de muestreo durante las tres temporadas. ....	55
Tabla 7. Similitud de Sørensen de las temporadas (lluvias, nortes y secas).....	57
Tabla 8. Similitud de Sørensen de las temporadas (lluvias, nortes y secas) por cada sitio de muestreo .....	57

Tabla 9.- Comparación de las abundancias totales a través de la prueba t-student para los tres sitios de muestreo.....	58
Tabla 10.- Comparación de las abundancias totales mediante la prueba t de student.....	59
Tabla 11.- Listado de especies en Raudales, Q. Roo .....	87

### Índice de gráficas

Gráfica 1.- Distribución del porcentaje de microartrópodos edáficos en los tres tipos de vegetación en Raudales, Quintana Roo, México.....	39
Gráfica 2.- Distribución de la abundancia absoluta de microartrópodos edáficos en Manglar, Selva Mediana, y Selva Baja en Raudales .....	40
Gráfica 3.- Relación entre los factores abióticos (humedad-temperatura) y la abundancia de microartrópodos edáficos durante la temporada de lluvias en Raudales, Quintana Roo, México.....	41
Gráfica 4.- Relación entre los factores abióticos (humedad-temperatura) y la abundancia de microartrópodos edáficos durante la temporada de nortes en Raudales, Quintana Roo, México. ....	41
Gráfica 5.- Relación entre los factores abióticos (humedad-temperatura) y la abundancia de microartrópodos edáficos durante la temporada de nortes en Raudales, Quintana Roo, México. ....	42
Gráfica 6.- Peso húmedo y seco del suelo, Raudales, Q. Roo. ....	43
Gráfica 7.- Variación de la abundancia absoluta de microartrópodos edáficos en las tres temporadas por tipo de vegetación. ....	44
Gráfica 8.- Distribución de la abundancia absoluta de las familias de microartrópodos en Manglar durante las tres temporadas en Raudales, Q. Roo. ....	51
Gráfica 9.- Distribución de la abundancia absoluta de las familias de microartrópodos en el sitio de selva mediana, Raudales, Q. Roo. ....	52

Gráfica 10.- Distribución de la abundancia absoluta de las familias de microartrópodos en el sitio de selva baja, Raudales, Q. Roo. ....	53
Gráfica 11.- Análisis de varianza de abundancia de los microartrópodos en los tres tipos de vegetación, Raudales, Q. Roo .....	55
Gráfica 12.- Análisis de varianza de las abundancias de microartrópodos en las temporadas de muestreo, Raudales, Q. Roo. ....	56
Gráfica 13.- Análisis de regresión entre la temperatura y la abundancia de microartrópodos, Raudales, Q. Roo. ....	60
Gráfica 14.- Análisis de regresión entre la humedad y la abundancia de microartrópodos, Raudales, Q. Roo. ....	60

### **Índice de figuras**

Figura 1.- Ubicación geográfica del predio donde se tomaron las muestras.....	22
Figura 2.- Clima del área de estudio. ....	23
Figura 3.- Edafología del área de estudio. ....	24
Figura 4.- Tipos de vegetación en el área de estudio. ....	28
Figura 5.- Acahual de selva mediana subperennifolia. ....	29
Figura 6.- Selva baja subcaducifolia. ....	29
Figura 7.- Ecosistema de manglar. ....	30
Figura 8.- Guía de delimitación de superficie y bolsa con muestra de suelo debidamente etiquetada. ....	31
Figura. 9.- Termómetro de campo introducido al suelo para medir temperatura. ....	32
Figura. 10.- Pesaje de suelo y estufa para secar humedad. ....	32
Figura 11.- Método del embudo de Berlesse-Tullgren utilizado para procesar las muestras colectadas .....	34
Figura 12.- Organismos separados en viales y cuantificados .....	34
Figura 13.- Organismo (Opilioacaridae sp.) aclarado con lactofenol. ....	35

Figura 14.- Preparaciones permanentes de los organismos colectados. ....	35
Figura 15.- Juvenil de <i>Trypochthonius</i> con esporas en contenido estomacal. ....	73
Figura 16.- Ejemplar de la familia Oribotritidae, genero <i>Indotritia</i> sp. con huevos. .	73
Figura 17.- Desarrollo dentro del cuerpo (larvas) de la madre ( <i>Macrodynichus</i> sp.). .....	74
Figura 18. <i>Stigmaeidae</i> sp. Detalle de quelíceros en forma de estilete. ....	75
Figura 19. <i>Cunaxa</i> sp. Detalle de quelíceros. ....	75
Figura 20-. <i>Cunaxa</i> sp. Detalle de sensila muy larga finamente aserrada. ....	75
Figura 21-. <i>Rodacaridae</i> sp. Macho con espermadactil. ....	76
Figura 22-. <i>Rodacaridae</i> sp. Glandulas de un macho. ....	76
Figura 23.- <i>Rodacaridae</i> sp. Detalle de quelíceros. ....	76
Figura 24.- <i>Opilioacaridae</i> sp. Encontrado en el ecosistema de manglar, Raudales, Quintana Roo .....	77
Figura 25.- <i>Ptherochthonius ca. angelus</i> , Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N. ....	79
Figura 26.- Detalles de sedas de <i>Torpacarus omitens omitens</i> , Raudales, Q. Roo. .....	79
Figura. 27.- <i>Plesiodamaeus tuberculatus</i> , Raudales, Q. Roo. ....	80
Figura. 28.- Detalle de sensilae, <i>Reticulocepheus ca. aerolatus</i> , Raudales, .....	80
Figura 29.- <i>Acaroceras dechambrieri</i> , Raudales, Q. Roo. ....	81
Figura 30.- <i>Basilobelba ca. insularis</i> , Raudales, Q. Roo. ....	81
Figura 31.- <i>Beckiella borhidii</i> , Raudales, Q. Roo.....	82
Figura 32.- Detalle de sedas, <i>Nasobates ca. spinosus</i> , Raudales, Q. Roo. ....	82
Figura 33.- <i>Cryptognathidae</i> , detalle ocelus y parte antero- dorsal. Raudales, Q. Roo. ....	83
Figura 34.- <i>Grandjeanicidae</i> , con granos de polen. Raudales, Q. Roo.....	83

Figura 35.- <i>Trombidiidae</i> . Raudales, Q. Roo.....	84
Figura 36.- <i>Terpnacaridae</i> , Raudales, Q. Roo .....	84
Figura 37. <i>Pyrosejus</i> n. sp. Raudales, Q. Roo. ....	85
Figura 38.- <i>Dinychus</i> sp. Raudales, Q. Roo. ....	85
Figura 39.- Placa genital de hembra, <i>Parasitidae</i> , Raudales, Q. Roo. ....	86
Figura 40.- <i>Hypoaspis</i> sp. Raudales, Q. Roo. ....	86

## 1. Resumen

En este estudio se llevó a cabo una comparación de la diversidad y abundancia de los microartrópodos edáficos en tres tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia y manglar (*Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*) en la comunidad de Raudales, Quintana Roo. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la composición de la comunidad de microartrópodos edáficos en un gradiente de vegetación de acuerdo con los factores abióticos. El estudio comprende tres muestreos en las diferentes temporadas del año (nortes, lluvias y secas) en 2021-2022. Se tomaron muestras de suelo y hojarasca al azar en los tres tipos de vegetación.

En cada sitio, se calculó la riqueza de familias (S), los índices de diversidad de Shannon ( $H'$ ), Equitatividad de Pielou ( $J'$ ) y, dominancia de Simpson ( $\lambda$ ), analizando también la temporalidad; y se generó un inventario de la fauna edáfica de ácaros encontrados en el área de estudio, donde, la diversidad de la selva mediana registro un valor de  $H' = 3,446$ , seguidamente la selva baja con  $H' = 3,275$  y el menor índice de diversidad se registró en el manglar  $H' = 3,017$ .

Palabras clave: Diversidad, abundancia, microartrópodos, selva, manglar.

## 2. Introducción

El suelo es un recurso no renovable a escala humana, e históricamente ha sido poco valorado. Sin embargo, aunque muchas veces no lo apreciamos, es un recurso esencial para la sobrevivencia de todos los organismos en la Tierra, desde los microorganismos hasta el ser humano; es el soporte y el gran proveedor de alimento, ya que en él se almacenan los nutrimentos y el agua que sustentan a las plantas, incluidas las que se cultivan, por lo que es indispensable para el mantenimiento de la biodiversidad en todo el Mundo (Arias *et al.*, 2018).

En el suelo se han encontrado diversos grupos de organismos, como los nematodos, gastrotricos, poliquetos, crustáceos, ácaros, arácnidos, colémbolos, insectos y algunos vertebrados, muchos de estos grupos son bioindicadores de la estabilidad y la fertilidad. La fauna que habita en el medio edáfico son reguladores de los procesos tróficos, ya que ayudan en la formación de su microestructura con sus aportes de deyecciones, excreciones, secreciones y con sus propios cadáveres (Socarrás, 2013; Vázquez, 1999). De estos grupos se destacan los ácaros y los colémbolos, los cuales comprenden una gran proporción de la mesofauna, con longitudes corporales que oscilan entre 200  $\mu\text{m}$  o más (Culliney, 2013). Las especies de Protura, Diplura y Pauropoda son de menor importancia en la comunidad y tienen poca influencia en los procesos del suelo (Culliney, 2013; Vázquez, 1999).

Los microartrópodos comprenden principalmente especies de los taxones de ácaros de diferentes grupos (Oribatida, Prostigmata, Mesostigmata) e insectos (Collembola) (Culliney, 2013), los cuales son sensibles a las perturbaciones naturales y antrópicas del medio, estos factores pueden provocar cambios en la composición específica, la abundancia y en la pérdida de especies, provocando una disminución de la estabilidad y la fertilidad. Por tales motivos, los grupos que comprenden estos organismos son considerados como buenos indicadores biológicos del estado de conservación del suelo (Socarrás, 2013).

Además, llegan a constituir el grupo de artrópodos dominantes en una variedad de ambientes, desde las regiones ecuatoriales hasta las polares, abarcando bosques

templados, tropicales, praderas, e incluso desiertos fríos y calientes (Scheu, 2002; Cullineyy, 2013).

Quintana Roo es uno de los estados de la República Mexicana donde aún existen ecosistemas poco alterados por la acción del hombre (Vázquez y Palacios-Vargas, 2004). La localidad de Raudales se encuentra en la zona sur del Estado, municipio de Othón P. Blanco, pertenece al ejido Úrsulo Galván y está dentro de la Reserva Estatal Santuario del Manatí, Bahía de Chetumal. Por lo inaccesible de la zona y estar sujeta a protección especial, la vegetación de esta área tiene un alto grado de conservación.

En el presente trabajo se realizó un estudio sobre la comunidad de microartrópodos en tres diferentes tipos de vegetación en la localidad de Raudales: selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia y manglar. Se determinó la riqueza, diversidad y abundancia en las diferentes temporadas del año (nortes, lluvias y secas) a fin de determinar el efecto espacial y temporal sobre la abundancia y diversidad de la fauna edáfica.

### 3. Antecedentes

Los microartrópodos intervienen en los procesos de descomposición de la materia orgánica, así como la aceleración y reciclaje de los nutrientes (Lakshmi *et al.*, 2020). (Krantz 1978). Seastedt (1984), mencionan que el significado ecológico de los ácaros del es alto porque contribuyen activamente en la descomposición de los residuos vegetales, lo cuales sirven como alimento, estimulando la actividad bacteriana, y en particular aceleran los procesos de mineralización, humificación, aumentan la fertilidad del y pueden ser excelentes indicadores del estado de la salud del suelo.

Socarrás (2013) realizó un estudio general de la mesofauna y el suelo, donde explica cómo la búsqueda, el uso y la aplicación de los indicadores de la calidad del suelo se han intensificado en las últimas décadas, debido a la necesidad de preservar este recurso no renovable e indispensable para la vida humana y ante el deterioro creciente del mismo, menciona que los organismos integrantes de la mesofauna se les reconoce como microingenieros del medio edáfico, ya que construyen galerías en el suelo, mejoran las propiedades físicas de este, al favorecer la aireación y la infiltración de agua.

Wu & Wang (2019) en su investigación de ecosistemas forestales, describen que las distribuciones espaciales de las comunidades de macrofauna y mesofauna se ven afectadas por factores abióticos y bióticos, tanto por encima como por debajo del suelo, incluida la comunidad vegetal, las propiedades de este y otros factores. La composición de la comunidad también muestra variabilidad temporal con factores climáticos. Sin embargo, en los resultados demuestran que la mesofauna es más sensible a los cambios estacionales, en comparación con la macrofauna.

En México ha tomado gran relevancia los estudios enfocados a la fauna edáfica. Entre tales trabajos podemos mencionar el de Cepeda y Whitford (1990), quienes estudiaron la estructura taxonómica de las comunidades de microartrópodos edáficos en el desierto de Chihuahua, cerca de una cuenca hidrológica. Se colectaron 68,478 microartrópodos, siendo la mayor parte ácaros (80%) y

colémbolos (15%), las prospecciones se realizaron a lo largo de un transecto de 3 km de longitud que atraviesa seis comunidades vegetales. Los muestreos se efectuaron cada 15 días durante el verano (mayo-agosto) y cada 30 días durante el resto de las estaciones. Los resultados de este trabajo sugieren un fuerte control de los factores abióticos sobre la estructura y dinámica de la mesofauna edáfica.

Existen estudios sobre artrópodos asociados a suelos de selvas tropicales. Los resultados de Cadena Rangel (2013) sobre el estudio de la hojarasca del árbol *Brosimum* sp. en Papantla, Veracruz, demostraron que la mayor parte de la abundancia de la fauna recolectada son ácaros (74%), seguido de colémbolos (20%), y el resto de los ejemplares pertenecen a otros grupos de artrópodos.

Gómez-Anaya *et al.*, (2010) realizaron un estudio sobre la abundancia de colémbolos relacionado con los parámetros edáficos de una selva baja caducifolia en la Estación de Biología Chamela (EBCh), comprobando que la temporalidad y el tipo de biotopo son factores influyentes en el establecimiento y dispersión de los colémbolos.

Para el estado de Quintana Roo existen investigaciones como la de Prieto-Trueba *et al.*, (1999) sobre las comunidades de la mesofauna edáfica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an en una selva baja inundable. En tal estudio la mesofauna estuvo representada por Collembola, Protura, Psocoptera, Polyxenida, Pauropoda y los órdenes de ácaros Cryptostigmata, Mesostigmata, Prostigmata, Astigmata y Notostigmata (Vázquez-Rojas *et al.*, 2020).

García-Gómez *et al.*, (2014) analizaron la diversidad de artrópodos en manglares (*Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*) en la isla de Cozumel, realizaron cuatro períodos de muestreo, dos durante la estación seca y dos durante la estación lluviosa. Se registró un total de 90.680 artrópodos pertenecientes a 30 taxones, siendo Oribatida el más abundante con 61,8%, seguido de colémbolos (14%). La mayor abundancia se encontró en el mangle de *R. mangle* en la temporada de lluvias y la mayor diversidad se encontró en el manglar de *A. germinans* en la

estación seca. En conclusión, se encontró una relación positiva entre la humedad y la abundancia, mientras que la temperatura tiene un efecto negativo.

Otros estudios efectuados con anterioridad en La Unión y la Rivera del Río Hondo (Vázquez *et al.*, 1999, 2001, 2002) permiten la identificación más eficiente y rápida de las especies, así como detectar nuevos registros y las especies nuevas, además de ubicar la distribución de las especies en las diferentes asociaciones vegetales.

En la Bahía de Chetumal, Vázquez-González (2008) efectuó un estudio para conocer la riqueza de especies de microartrópodos edáficos, donde se determinó un total de 81 especies (27 a nivel de género) de microartrópodos, que comprenden cinco grupos de ácaros edáficos y cuatro de colémbolos, pertenecientes a 49 familias.

Tome-Reyna *et al.*, (2015) dieron a conocer la variación espacial y temporal de ácaros oribátidos en litorales de la Bahía de Chetumal. El muestreo se llevó a cabo en las épocas de lluvias y secas. Se registró un total de 964 individuos; agrupados en 13 familias y 26 géneros. Demostraron que la temporada de lluvias tuvo la mayor abundancia y diversidad de ácaros y que existe una variación espacial en la densidad de los ácaros oribátidos.

Cauich Gerónimo, (2018), en su trabajo de variación de la mesofauna edáfica (Acari y Collembola) en el margen costero de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, determinó la estructura de la comunidad de la mesofauna edáfica en tres especies de mangle (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*). En el mangle rojo se obtuvo la mayor abundancia con 1,019 individuos y una riqueza de 8 órdenes. Los manglares con menor abundancia fueron el mangle blanco y mangle botoncillo con 116 y 721 individuos respectivamente y una riqueza de siete Órdenes para ambas especies de mangle. También se detectó un efecto significativo de la especie de mangle en la variación de la densidad de la mesofauna edáfica, mostrando que la mesofauna edáfica está relacionada con los diferentes tipos de vegetación.

Vázquez-Noh y Cutz-Pool, (2013) compararon la diversidad de los microartrópodos (ácaros y colémbolos) en musgos corticícolas de una selva baja inundable de Nicolás Bravo, Quintana Roo, para las temporadas de secas, lluvias y nortes de 2011. En dicho estudio se registraron 28 familias de microartrópodos corticícolas, entre las cuales Galumnidae (52.36%), Isotomidae (10.45%) y Scheloribatidae (9.68%) fueron las familias más abundantes, con valores máximos en la temporada de lluvias.

En otro estudio realizado también en el Ejido de Nicolás Bravo, Che-Uc *et al.*, (2019) presentan datos sobre la diversidad y abundancia de ácaros oribátidos de suelo, de un sitio de vegetación secundaria y otro de cultivo de maíz. El número total de familias fue de 21, variando de 21 para la vegetación secundaria a 16 en el sitio de cultivo de maíz. Oppidae y Galumnidae fueron las familias dominantes.

#### 4. Justificación

Se eligió la localidad de Raudales debido a que es un cuerpo de agua dulce localizado dentro de la Reserva Estatal Santuario del manatí, cuya flora y fauna son de suma importancia ecológica para la Bahía de Chetumal. La mayor parte de la vegetación que se encuentra en la ribera es el manglar, aunque también hay zacates (*Poaceae*) y ciperáceas, además de las epífitas asociadas con el mangle; existen remanentes de selva mediana subperennifolia con palmas y una gran cantidad de hierbas y arbustos en la orilla de las lagunas que hay a los alrededores, tanto en la zona continental como en los islotes. En cuanto a la fauna se puede observar diversidad de especies como el Jaguar (*Panthera onca*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), tepezcuintle (*Agouti paca*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), dos especies de cocodrilo (*Crocodylu acutus* y *Crocodylus moreletii*) el manatí del caribe (*Trichechus manatus*) entre otros (Cabrales Medina, 2008). Sin embargo, existe nula información sobre la fauna del suelo, pasando desapercibida para la mayoría de la población.

Por ser una Reserva Estatal con protección especial y probablemente por lo inaccesible de la zona la vegetación de esta área tiene un alto grado de conservación (de Dios, 2014) por estas características particulares se vuelve un sitio particularmente propicio para realizar este estudio y conocer la diversidad de microartrópodos presentes, analizar si existen cambios en las comunidades edáficas con relación a factores abióticos, si influyen de manera negativa o positiva sobre la riqueza específica, la abundancia y la diversidad de la fauna edáfica en el ecosistema.

La diversidad y la importancia funcional de los organismos del suelo han sido estudiadas en algunos grupos; sin embargo, se requiere más estudios sobre la abundancia, así como estudios sobre la biomasa y biodiversidad de los diferentes miembros de la fauna del suelo y su efecto sobre el funcionamiento del ecosistema (Vázquez, 2001).

En Raudales, Quintana Roo no existe algún antecedente en el área de estudio o zonas aledañas que reporten la diversidad de los microartrópodos de la región, por esta razón, se decidió realizar el trabajo en el sitio antes mencionado, siendo el primer proyecto el cual permitirá obtener información referente a la composición y estructura de la comunidad de microartrópodos en tres diferentes tipos de vegetación a lo largo de las tres temporadas climáticas presentes en la zona.

## **5. Planteamiento del problema**

El presente trabajo pretende responder y aportar información en relación con la siguiente pregunta: ¿Influyen los factores abióticos (humedad y temperatura) y el tipo de vegetación en la diversidad y abundancia de los microartrópodos?

## **6. Hipótesis**

Las diferencias en los factores abióticos (humedad y temperatura) de cada tipo de vegetación, determinan la distribución de la abundancia y diversidad de la fauna de microartrópodos edáficos.

## **7. Objetivos**

### **7.1 General**

1. Determinar la riqueza y biodiversidad de los de microartrópodos (Ácaros y colémbolos) edáficos en un gradiente de vegetación en Raudales, Quintana Roo, México.

### **7.2 Específicos**

1. Determinar la riqueza y biodiversidad de los microartrópodos edáficos presentes en tres diferentes tipos de vegetación de Raudales; selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia, y manglar.
2. Determinar las familias y géneros de los microartrópodos (ácaros y colémbolos).
3. Calcular los índices de diversidad de Shannon ( $H'$ ), Equitatividad de Pielou ( $J'$ ) y, dominancia de Simpson ( $\lambda$ ), y análisis de temporalidad.
4. Relacionar la abundancia y diversidad de microartrópodos con las características físicas (temperatura y humedad).

## 8. Área de estudio

El área de estudio se encuentra en la zona sur del Estado de Quintana Roo (369631.458 W 2070858.072 16 N), municipio de Othón P. Blanco, específicamente pertenece al ejido Úrsulo Galván y está dentro de la Reserva Estatal Santuario del Manatí Bahía de Chetumal. El acceso es por la calle principal de la comunidad Raudales con dirección a los límites norte de la reserva a 2.1 km de la zona urbana (Fig.1). El área total del predio tiene una superficie de 40.84 Ha, colinda con la Laguna Agua Salada y al oeste con Laguna Chile Verde.



Figura 1.- Ubicación geográfica del predio donde se tomaron las muestras. Elaborado por: Ibarra, L.

En la tabla 1 se presentan los cuatro vértices que tiene el polígono.

Tabla 1: Coordenadas del predio donde se realizará el estudio de investigación.

Punto	Latitud	Longitud

1	369214.64	2071450.1
2	370318.57	2070387.71
3	370131.91	2070206.7
4	368975.6	2071318.04

## 8.1 Clima

Conforme a la clasificación climática de Köeppen, modificado por García (1973) la condición climática general en el estado de Quintana Roo es cálido subhúmedo con lluvias en verano. Para el Municipio de Othón P. Blanco, el cual está clasificado en general como cálido con lluvias en verano (Aw1). Específicamente se ha establecido que la zona de estudio posee un clima cálido, subhúmedo intermedio Ax' (w1) (i1) gw' (Fig. 2), con temperatura media que oscila entre 18.8°C y 33° C y precipitación entre 1,100 y 1,300 mm anuales (Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal, 2011).



Figura 2.- Clima del área de estudio. Elaborado por: Ibarra, L.

## 8.2 Edafología

En el predio se encuentran dos tipos de suelo Gleysol y Rendzina (Fig. 3).

En la zona de estudio, considerando la clasificación maya, predomina el suelo reconocido como *tzeke*. Este es un suelo formado, según la carta edafológica del INEGI, escala 1:250,000, Bahía de Chetumal E-16-4, por rendzinas con incrustaciones de litosoles (E+I/3) (Fig. 3). En la zona de estudio los suelos son poco profundos, ya que por lo general se integran por una capa muy delgada (12 cm en promedio) establecida sobre la roca caliza, misma que aflora continuamente sobre la superficie. Estos suelos se caracterizan por presentar un drenaje deficiente ya que durante la época de lluvias se inundan y poseen suficiente materia orgánica (Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal, 2011).

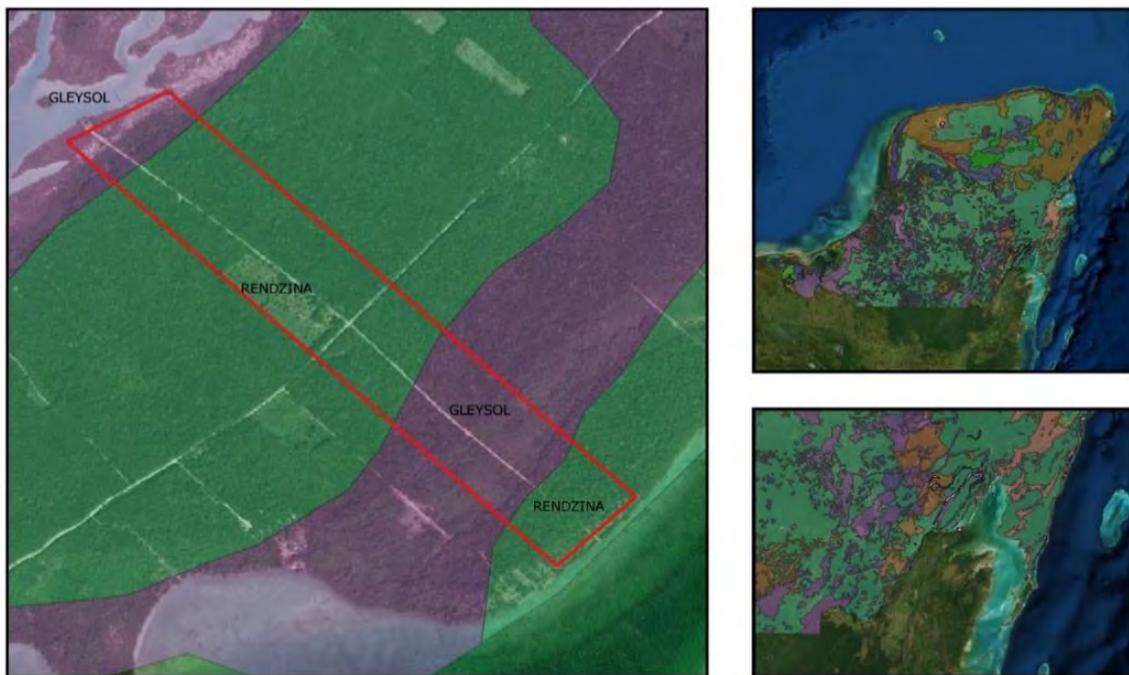


Figura 3.- Edafología del área de estudio. Elaborado por: Ibarra, L.

### 8.3 Vegetación

Las principales características de la vegetación en el área de estudio se presentan en la Tabla 2, y su distribución se muestra en la Fig. 4.

Tabla 2.- Caracterización de los diferentes ecosistemas en Raudales, Q. Roo.

Ecosistema	Ubicación	Características
Selva mediana subperennifolia	Norte y centro oeste del municipio.	La selva mediana subperennifolia (Fig.5) es la más extensa. Se distribuye de norte a sur y de este a oeste del Estado. Los árboles tienen una altura de entre 15 y 25 m, con troncos menos gruesos que los de la selva alta perennifolia, aun cuando se trata prácticamente de las mismas especies. También presenta tres rangos de altura (árboles de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 20 a 30 m). Las palmas forman parte de los estratos, especialmente del bajo y del medio, las especies características son el ramón, Especies dominantes: <i>Pouteria reticulata</i> (Sapotillo), <i>Manilkara zapota</i> (Chicozapote), <i>Bursera simaruba</i> (Chaka), <i>Piscidia piscipula</i> (Jabín), <i>Lysiloma latisiliquum</i> (Tsalam), entre otros. Se encuentran también helechos y musgos, así como abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas (Díaz, 2011).

<p><b>Selva baja subcaducifolia</b></p>	<p>Pequeños manchones a lo largo de la costa</p>	<p>Se localiza en pequeños manchones a lo largo de la costa, desde el norte hasta la parte sur, donde es más extensa (arte centro y sureste del municipio de Othón P. Blanco). Especies dominantes: <i>Haematoxylon Campechianum</i> (Palo de tinte), <i>Bucida spinosa</i> (Pucté), <i>Byrsonima bucidaefolia</i> (Nance), <i>Metopium brownei</i> y <i>Cameraria latifolia</i> (Chechén negro y blanco), entre otros (Fig.6).</p>
<p><b>Selva baja perennifolia (Inundable)</b></p>	<p>Parte centro y sureste del municipio.</p>	<p>Sitios con humedad del suelo alta gran parte del año con árboles que permanecen verdes en la época de sequía. Abundancia del palo de tinte. Especies dominantes: <i>Haematoxylon Campechianum</i> (Palo de tinte), <i>Bucida spinosa</i> (Pucté), <i>Byrsonima bucidaefolia</i> (Nance), <i>Metopium brownei</i> y <i>Cameraria latifolia</i> (Chechén negro y blanco), entre otros.</p>
<p><b>Humedales</b></p>	<p>Sitios inundables a lo largo de la zona costera, especialmente en la península este de la bahía de Chetumal.</p>	<p>Vegetación baja y mediana poco diversa con epífitas que alberga fauna abundante que incluye numerosas especies de aves.</p>

<b>Manglares</b>	Se encuentran a lo largo de la costa de la bahía de Chetumal.	Está formado por una agrupación de árboles en la que predomina el árbol del mangle, se caracteriza por su adaptación a las aguas con alta salinidad. Se distribuye en grandes macizos a lo largo de toda la costa de Quintana Roo. Son sitios de unión entre agua dulce y salada de alta producción biótica. Los mangles son plantas hidrófitas relativamente poco diversas y tolerantes a la salinidad y a la brisa marina. Especies dominantes: Mangle rojo ( <i>Rhizophora mangle</i> ) y Botocillo ( <i>Conocarpus erectus</i> ) (Fig.7).
Palmares	En dunas costeras y en las sabanas del centro oeste del municipio.	Son sitios de unión entre agua dulce y salada de alta producción biótica. Los mangles son plantas hidrófitas relativamente poco diversas y tolerantes a la salinidad y a la brisa marina.

Fuente: H. Ayuntamiento de Othón p. Blanco (s/fecha): Programa Parcial de Desarrollo Urbano de Subteniente López, municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo. México (p. 37).



Figura 4.- Tipos de vegetación en el área de estudio. Elaborado por: Ibarra, L.



Figura 5.- Acahual de selva mediana subperennifolia. Fotografía: Argüelles, N.



Figura 6.- Selva baja subcaducifolia. Foto: Hernández, N.



Figura 7-. Ecosistema de manglar. Foto: Hernández, N.

#### **8.4 Hidrología**

En Othón P. Blanco se encuentran las únicas aguas superficiales de todo el territorio de Quintana Roo, se encuentra el Río Hondo y el Río Escondido, únicos ríos de toda la península de Yucatán. El Río Hondo nace en las sierras fronterizas entre Belice y Guatemala; y desembocan en la ciudad de Chetumal. Por su parte el Río Escondido es una corriente proveniente de Campeche, es un río mayormente estacional y de cauce muy irregular, usualmente se une a amplias aguadas y desemboca en el río Hondo al sur de la Laguna de Bacalar. El resto de las corrientes superficiales, a excepción de los pequeños desagües naturales que se forman durante la temporada máxima de lluvias, mismos que por las características kársticas del suelo, son rápidamente drenados hacia las capas inferiores (Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal, 2011).

## 9. Metodología

### 9.1 Trabajo en campo

Se tomaron muestras de suelo y hojarasca aleatoriamente para la medición de parámetros abióticos y recolecta de microartrópodos. Se seleccionaron tres sitios de muestreos: selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia y manglares.

### 9.2 Colecta

Se tomaron seis muestras por cada tipo de vegetación, tres de hojarasca y tres de suelo, de superficies de 20 cm de lado a una profundidad de hasta 10 cm con ayuda de la guía de delimitación de superficie, de esta manera se recolectó todo sin importar el grado de descomposición (Fig. 8).

Las muestras de hojarasca y detritos se colocaron en bolsas de manta de 2 kg que se cerraron con un cordón ajustable, se colocó una etiqueta con los datos de colecta, en la que se registró la fecha, el tipo de vegetación, número de muestras y temperatura. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Microartrópodos edáficos de la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo (Fig. 8).



Figura 8.- Guía de delimitación de superficie y bolsa con muestra de suelo debidamente etiquetada.

Foto: Hernández, N.

### 9.3 Medición de temperatura y humedad

Durante las colectas, se midió la temperatura con un termómetro de vástago que fue introducido a unos 5 cm aproximadamente del suelo de cada sitio. (Fig.9).



Figura. 9.- Termómetro de campo introducido al suelo para medir temperatura. Foto: Hernández, N.

Para la humedad, en cada sitio se tomó una muestra del suelo, se colocaron en una bolsa con los datos correspondientes, se pesaron y posteriormente se llevaron a la estufa del laboratorio dejándolas cinco días para que procedieran a secarse, así volver a pesar y observar cuánto se perdió de humedad (Mira *et al.*, 2007) (Fig. 10).



Figura. 10.- Pesaje de suelo y estufa para secar humedad. Foto: Hernández, N.

#### **9.4 Coordenadas geográficas**

Se tomaron las coordenadas geográficas con un GPS de la marca GARMIN (GPSmap 62s), en diferentes puntos del suelo en los tres sitios de colecta.

#### **9.5 Períodos de colecta**

Se realizaron tres colectas puntuales, en octubre (2021) correspondiente a la temporada lluvias, en enero (2022) para nortes y en abril (2022) para secas. En cada temporada se colectaron 18 muestras, nueve de hojarasca y nueve de suelo. Lo que da un total de 54 muestras para esta investigación.

### **10. Trabajo de laboratorio**

#### **10.1 Extracción de organismos edáficos**

En el laboratorio las muestras se procesaron por medio de embudos tipo Berlese (Krantz, 1978), siendo colocadas sobre la boca ancha del embudo que tiene una malla de 2 mm de diámetro.

En la parte inferior del embudo se colocó un frasco con alcohol al 70% el cual se ajusta perfectamente al diámetro del embudo.

Para obtener la fauna en todas sus etapas de desarrollo, no se utilizó una fuente de luz sobre el embudo (Krantz, 1978), sino que se dejó secar a temperatura ambiente por ocho días (Fig. 11).

Los microártropodos de la muestra bajaron por las paredes del embudo por la desecación de la muestra cayendo al frasco colector. Los principios biológicos que se utilizaron en los embudos de Berlesse son: Fototropismo negativo y geotropismo positivo, presentes en los organismos edáficos (Krantz, 1978; 2009).



Figura 11.- Método del embudo de Berlesse-Tullgren utilizado para procesar las muestras colectadas. Foto: Hernández, N.

## 10.2 Revisión y cuantificación de organismos

Para la separación de los ejemplares extraídos de las muestras se procedió a revisar los frascos colectores, se separaron a grandes grupos, se cuantificaron, e identificaron con ayuda del microscopio estereoscópico, estos fueron colocados en viales con alcohol (Fig. 12).



Figura 12.- Organismos separados en viales y cuantificados. Foto: Hernández, N.

### 10.3 Preparación: Aclaración y montaje de los organismos

Se realizaron algunas preparaciones con los ácaros colectados, para esto fue necesario aclarar los organismos. En la aclaración se utilizó lactofenol (Fig. 13), este reactivo ayuda a la maceración de los tejidos internos y la preservación del exoesqueleto o cutícula en donde se encuentran las estructuras diagnósticas para su identificación.



Figura 13.- Organismo (*Opilioacaridae* sp.) aclarado con lactofenol. Foto: Hernández, N.

### 10.4 Observación al microscopio y montaje e identificación

Se realizaron preparaciones permanentes (Fig. 14) en líquido de Hoyer, con ayuda de un microscopio de la marca ZEISS Scope.A1 AXIO se hizo la identificación y clasificación taxonómica de los organismos con ayuda de claves especializadas, para Oribátida (Balogh y Balogh, 1990; 2012), Prostigmata Vázquez-Rojas *et al.*, (2020) y Mesostigmata (Krantz 2009).



Figura 14.- Preparaciones permanentes de los organismos colectados. Foto: Argüelles, N.

## 11. Análisis estadísticos

La información obtenida fue vertida en bases de datos para su análisis, utilizado el programa Microsoft Excel y STATISTICA 26.0.

Para lo análisis estadísticos se consideraron los organismos a nivel familia. Se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), equidad de Pielou ( $J'$ ) y dominancia de Simpson ( $\lambda$ ). Así mismo, se estimaron las abundancias relativas y riqueza de especies y la similitud de Sorensen.

### 11.1 Abundancia relativa (%)

Número total de individuos que presenta cada especie dividida entre el total de los individuos presentes (Moreno, 2001).

$$\text{Abundancia Relativa} = \frac{n}{N} \times 100$$

Donde:

$n$  = total de individuos que presenta cada especie

$N$  = total de individuos presentes

### 11.2 Riqueza específica (S)

Número total de especies obtenidas por un censo de la comunidad.

### 11.3 Índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ )

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001).

$$H' = \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

$p_i$ = abundancia relativa de la especie  $i$

#### 11.4 Índice de equitatividad de Pielou ( $J'$ )

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1.0, de forma que 1.00 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:

$$H'_{max} = \ln(S)$$

#### 11.5 Dominancia de Simpson ( $\lambda$ )

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$  (Moreno, 2001).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:

$p_i$ = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de los individuos de la muestra.

$S$ = Número total de especies

#### 11.6 Índice de Similitud de Sørensen ( $s$ )

Expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras. Sin embargo, a partir de un valor de similitud ( $s$ ) se puede calcular fácilmente la disimilitud ( $d$ ) entre las muestras:  $d=1-s$  (Moreno, 2001).

$$Is = \frac{2c}{a + b} \times 100$$

Donde:

a= número de especies presentes en el sitio A

b= número de especies presentes en el sitio B

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B

### **11.7 Análisis de varianza**

ANOVA es el acrónimo de análisis de la varianza. Es una prueba estadística desarrollada para realizar simultáneamente la comparación de las medias de más de dos poblaciones. (Hurtado y Silvente, 2012).

### **11.8 Prueba t-student**

La prueba t-student sirve para la comparación entre las medias de dos poblaciones independientes (los individuos de una de las poblaciones son distintos a los individuos en otra) (Hurtado y Silvente, 2012).

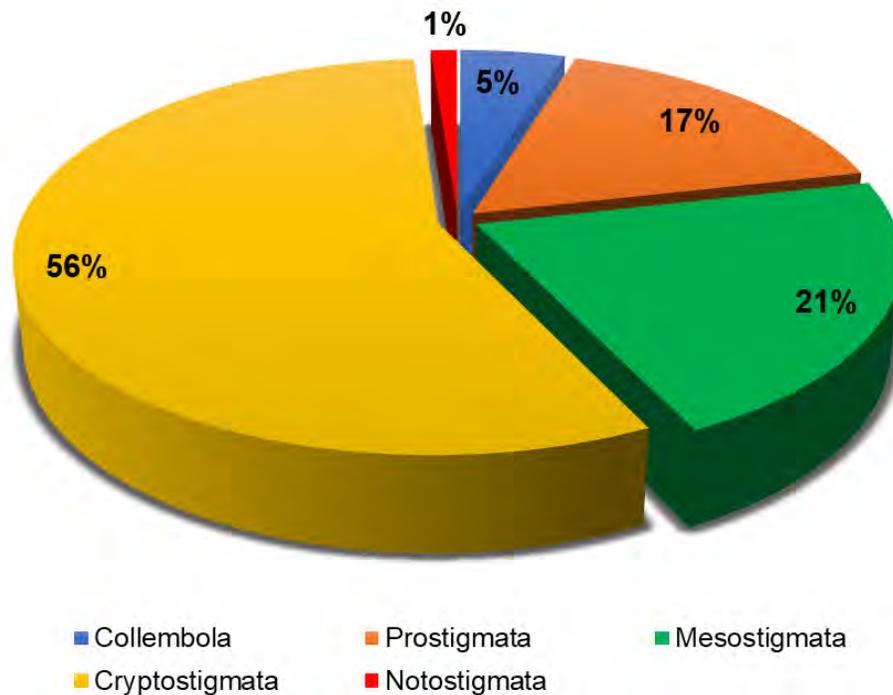
### **11.9 Análisis de regresión lineal**

El análisis de regresión lineal es una técnica estadística utilizada para estudiar la relación entre variables. Se adapta a una amplia variedad de situaciones. Se utiliza para explorar y cuantificar la relación entre una variable llamada dependiente o criterio (Y) y una o más variables llamadas independientes o predictoras (X1, X2, ..., Xk), así como para desarrollar una ecuación lineal con fines predictivos. En si se calcula una ecuación correspondiente a la línea que mejor describe la relación entre la respuesta y la variable que la explica. Dicha ecuación representa la línea que mejor se ajusta a los puntos en un gráfico de dispersión (Carrasquilla-Batista *et al.*, 2016).

## 12. Resultados

### 12.1 Abundancia, riqueza de ácaros y colembolos en Raudales

El orden más abundante fue el de ácaros Cryptostigmata con 47 familias, con un total de 56% de organismos identificados, es decir, más de la mitad, para el orden Mesostigmata obtuvimos el 21% con 18 familias de los cuales 7 son Uropodina, el orden Prostigmata con el 17% de abundancia con 14 familias, para el orden de Collembola 5% de abundancia con 4 familias y finalmente para el orden de Notostigmata con una familia (Opilioacaridae), representando el 1% de abundancia (Gráfica 1).

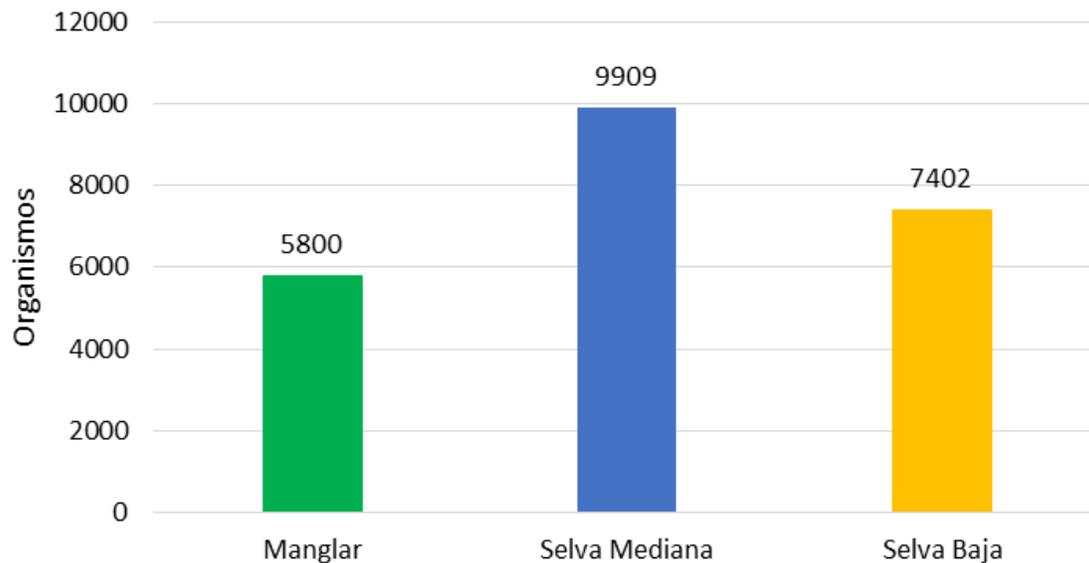


Gráfica 1.- Distribución del porcentaje de microartrópodos edáficos en los tres tipos de vegetación en Raudales, Quintana Roo, México.

Se cuantificó un total de 24,583 organismos de los cuales 23,111 fueron identificados; estos pertenecen a 84 familias.

Cabe destacar que 1,482 organismos no se lograron identificar a nivel de familia debido a la etapa de desarrollo en la que se encontraban, estos pertenecen a dos grandes taxones; juveniles de Cryptostigmata con 1,444 y 38 juveniles de Mesostigmata.

El sitio con la mayor abundancia (número de individuos) de acuerdo a la cuantificación de los organismos durante las 3 temporadas (lluvias, nortes y secas) fue la selva mediana, con un total de 9,909 organismos, seguido por la selva baja con 7,402, y por último el ecosistema de manglar con 5,800 organismos (Gráfica 2).



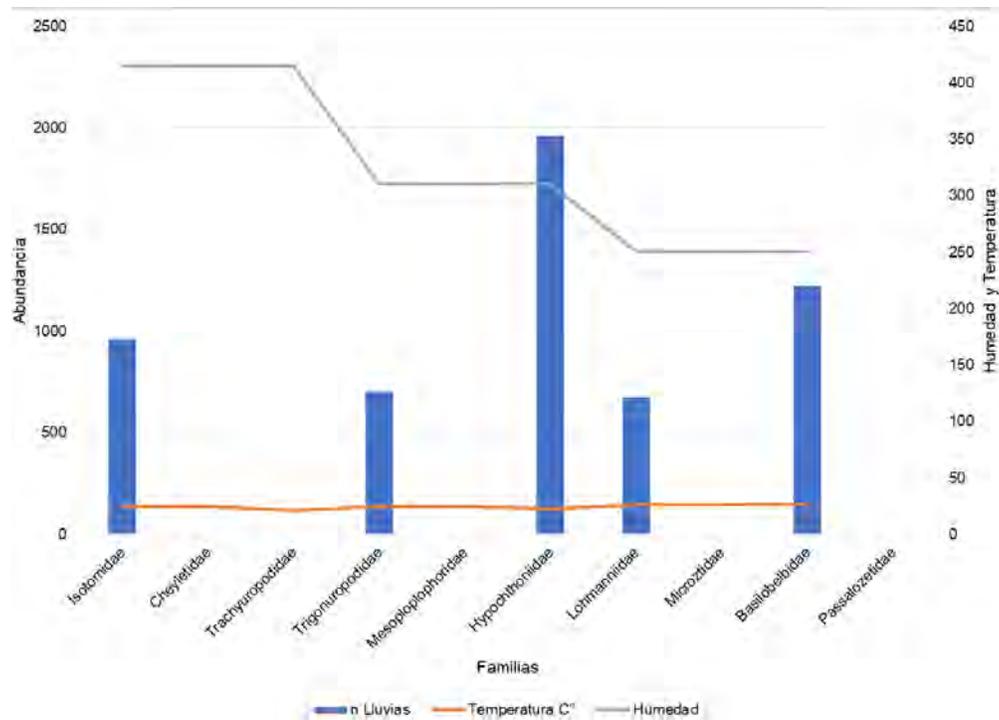
Gráfica 2.- Distribución de la abundancia absoluta de microartrópodos edáficos en Manglar, Selva Mediana, y Selva Baja en Raudales, Quintana Roo, México.

## 12.2 Temperatura y Humedad

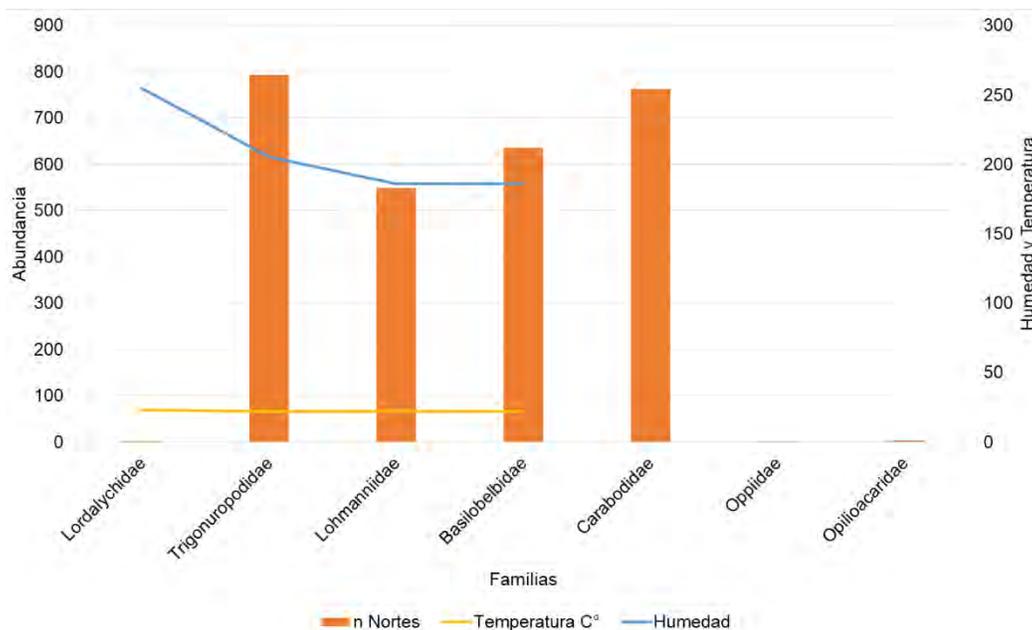
En la temporada de lluvias hubo fluctuaciones en los diferentes sitios de muestreo, la temperatura más baja se registró en el manglar, específicamente en *Rizophora mangle* con 21° C, mientras que la más alta fue constante para la selva baja con 26° C (Gráfica. 3).

En la temporada de nortes se registraron las temperaturas más bajas; sin embargo, la temperatura fue constante en la mayoría de los sitios con 22° C, el único sitio que mostró diferencia fue el manglar de *Rizophora mangle* con 23° C (Gráfica 4).

En la temporada de secas se registraron las temperaturas más altas, el sitio con mayor temperatura de nuevo fue *Rizophora mangle* con 30° C, y el sitio con menor temperatura fue el mangle *Conocarpus erectus* con 27° C (Gráfica. 5).

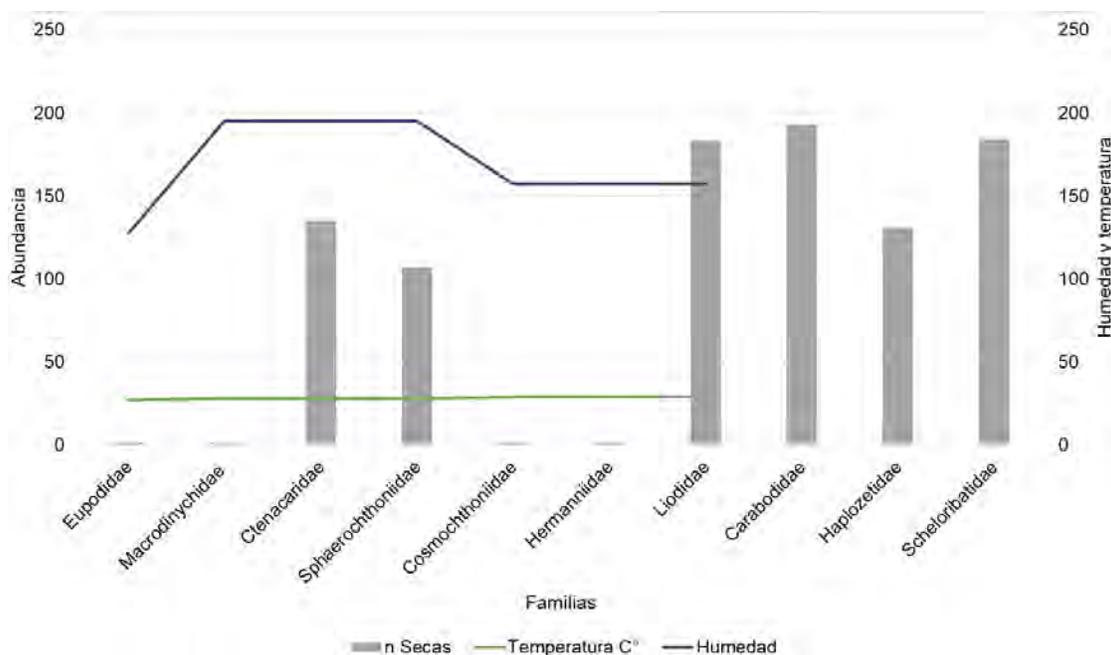


Gráfica 3.- Relación entre los factores abióticos (humedad-temperatura) y la abundancia de microartrópodos edáficos durante la temporada de lluvias en Raudales, Quintana Roo, México.



Gráfica 4.- Relación entre los factores abióticos (humedad-temperatura) y la abundancia de microartrópodos edáficos durante la temporada de nortes en Raudales, Quintana Roo, México.

Diversidad y Riqueza específica de Microartrópodos edáficos en Raudales, Quintana Roo, México.



Gráfica 5.- Relación entre los factores abióticos (humedad-temperatura) y la abundancia de microartrópodos edáficos durante la temporada de nortes en Raudales, Quintana Roo, México.

La humedad en las muestras fue diferente para cada sitio en cada temporada, algunos sitios registraron valores más altos que otros. En la temporada de secas el sitio de manglar perdió el 63% de su peso original, es decir, que tenía mayor humedad el suelo, esto pudo deberse a que cuando se realizó la toma de la muestra en dicha área la marea estaba alta y por ser una zona inundable, proporcionó mayor humedad al suelo.

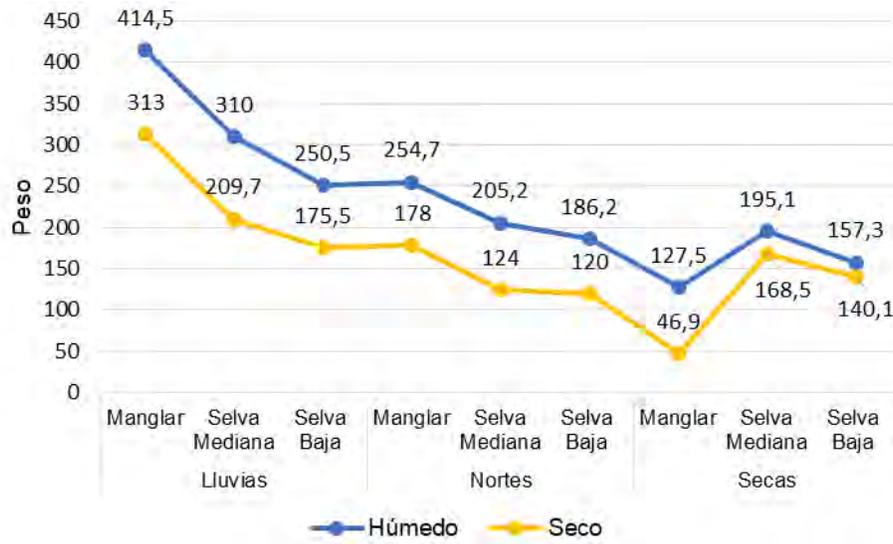
Ahora bien, los sitios más húmedos se encontraron en la temporada de nortes con el 39% y 35% en la selva mediana y la selva baja respectivamente.

Los sitios con menos humedad nuevamente fueron la selva mediana y selva baja para la temporada de secas con el 13% y 10% de pérdida de humedad (Tabla. 3).

Tabla 3. Humedad en los sitios de muestreo.

	Humedad								
	Lluvias			Nortes			Secas		
Peso	Manglar	Selva Mediana	Selva Baja	Manglar	Selva Mediana	Selva Baja	Manglar	Selva Mediana	Selva Baja
Pérdida en porcentaje%	24.487	32.354	29.940	30.113	39.571	35.553	63.215	13.634	10.934

En la gráfica 6 podemos observar el peso perdido durante las 3 temporadas en cada uno de los sitios muestreados.



Gráfica 6.- Peso húmedo y seco del suelo, Raudales, Q. Roo.

Se podría decir que existe una relación entre la temperatura y la humedad, debido a que, a mayor temperatura menor humedad, y a menor temperatura mayor humedad.

### 12.3 Variación temporal de la abundancia de microartrópodos

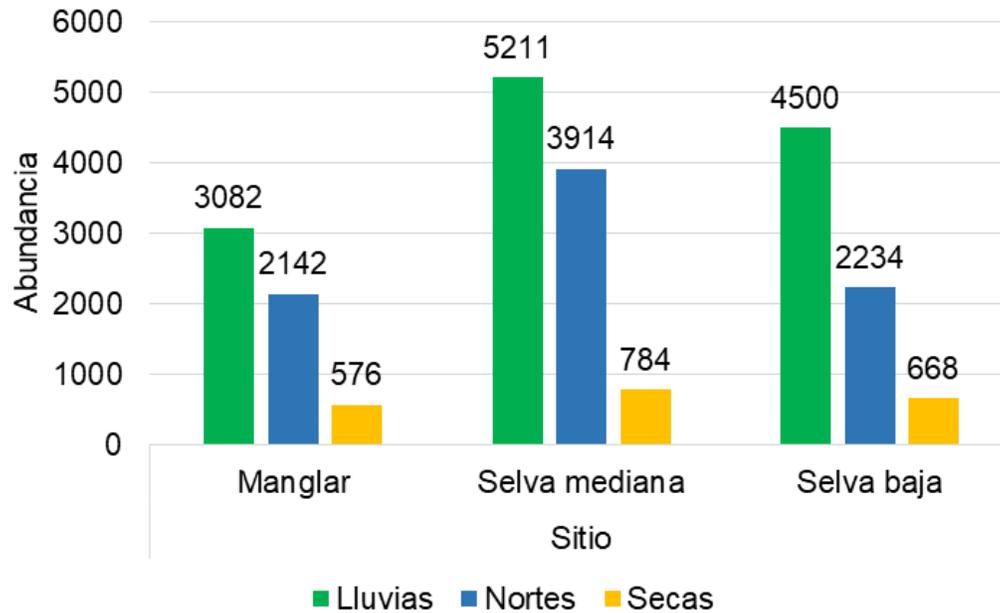
Se observaron variaciones en la abundancia de los organismos en las tres temporadas para todos los sitios.

En la selva mediana se registraron 5,211 individuos durante lluvias, en nortes 3,914 y en la época secas solo se registraron 784.

En la selva baja durante la temporada de lluvias se obtuvo un total de 4,500 individuos, en nortes 2,234 y 668 en secas.

En el sitio de manglar se registraron 3,082 individuos en la temporada de lluvias, 2,142 en nortes y finalmente 576 individuos en secas.

En la gráfica se observa como en la temporada de lluvias el número de individuos aumentó para todos los sitios y para la temporada de secas observamos que el número de organismos disminuyó para todos los sitios (Gráfica. 7).



Gráfica 7.- Variación de la abundancia absoluta de microartrópodos edáficos en las tres temporadas por tipo de vegetación.

En cuanto a las familias encontradas por tipo de vegetación y temporada, también se presentan variaciones notorias (Tabla 4). En la temporada de lluvias se identificaron 74 familias; 66 en selva mediana, 55 en selva baja y 39 en manglar. En la temporada de nortes se obtuvo un total de 64 familias; en selva mediana se identificaron 57, en selva baja 55 familias nuevamente y en el manglar 47. Finalmente, para la temporada seca se obtuvieron 52 familias; 43 para la selva mediana, 37 para selva baja y para manglar se obtuvieron 35.

Tabla 4. Distribución de abundancia absoluta de las familias de microartrópodos edáficos en Manglar, Selva Mediana, y Selva Baja en Raudales, Quintana Roo, México.

	Familias	LLUVIAS								
		Manglar			Selva mediana			Selva baja		
		1	2	3	4.	5	6	7	8	9
<b>Collembola</b>										
	Hypogastruridae	14	3	0	46	35	19	82	140	23
	Entomobryidae	22	4	0	58	28	18	47	41	22
	Isotomidae	492	206	0	108	23	34	41	31	24
	Sminthuridae	137	155	1	84	4	13	32	26	3
<b>Prostigmata</b>										
	Bdellidae	12	7	0	76	42	50	64	43	44
	Caeculidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cheyletidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cryptognathidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cunaxidae	4	0	0	15	5	10	8	8	5
	Eupodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Erythreidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lordalychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Grandjeanicidae	0	0	0	0	8	3	6	3	9
	Nanorchestidae	17	4	0	19	39	29	15	26	8
	Scutacaridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Stigmaeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Terpnacaridae	0	0	0	0	0	10	1	0	0
	Trombididae	1	5	0	27	7	6	3	2	3
<b>Mesostigmata</b>										
	Ascidae	90	51	5	0	17	3	7	13	4
	Pachylaelapidae	0	0	0	0	0	2	2	8	3
	Phytoseiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pyrosejidae	0	22	0	0	3	0	0	0	0
	Veigaiidae	1	0	0	5	0	27	6	26	7
	Podosinidae	5	0	0	2	16	11	6	15	9
	Trachyuropodidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Trichouropodellidae	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	Trigonuropodidae	69	1	0	53	131	105	159	111	75
	Urodinychidae	0	0	0	3	0	0	0	0	0
	Macrodynychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dinychidae	0	0	0	0	1	0	6	0	0
	Uropodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ologamasidae	0	0	0	0	2	0	0	0	0
	Rodacaridae	6	4	0	71	65	75	15	57	46
	Laelapidae	5	3	0	34	3	13	7	1	1
	Parasitidae	0	0	0	0	0	4	1	0	0
	Zerconidae	0	0	0	0	0	4	19	9	4
<b>Cryptostigmata</b>										
	Ctenacaridae	0	0	0	49	0	9	20	5	3
	Brachychthoniidae	0	0	0	0	16	3	0	1	0
	Parhypochthoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mesoplophoridae	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Protoplophoridae	0	0	8	3	0	0	3	0	16
	Phthiracaridae	28	0	0	78	116	124	29	78	49
	Oribotritiidae	0	0	0	0	18	0	0	0	0
	Euphthiracaridae	42	0	0	4	7	10	7	4	0
	Hypochthoniidae	1	30	0	163	316	343	229	726	152
	Sphaerochthoniidae	59	0	0	123	73	101	47	73	18
	Cosmochthoniidae	0	0	0	7	0	1	0	0	0
	Pterochthoniidae	0	0	0	0	7	0	4	7	8
	Lohmanniidae	16	551	0	5	4	83	5	1	9
	Nothridae	0	57	0	0	31	0	0	0	0
	Crotoniidae	0	0	0	0	33	0	0	0	0

Trhypochthoniidae	17	4	0	25	27	57	11	7	47
Malaconothridae	0	0	0	0	7	0	4	2	0
Hermanniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Epilohmanniidae	0	11	0	15	6	12	7	3	3
Nanhermanniidae	41	0	0	0	46	0	0	0	0
Hermanniellidae	1	0	0	3	16	7	1	3	10
Plasmobatidae	0	0	0	2	35	0	7	7	1
Lioidae	19	14	0	27	25	8	10	0	43
Gymnodamaeidae	0	0	0	3	4	8	0	1	4
Plateremaeidae	0	0	0	2	2	0	1	0	0
Damaeidae	11	18	2	2	47	0	4	2	11
Cepheidae	0	0	0	3	2	3	0	0	0
Microtegeidae	0	0	0	0	3	1	2	0	0
Charassobatidae	0	0	0	10	40	4	3	2	0
Microztidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Eremulidae	0	0	0	0	0	4	0	2	0
Eremobelbidae	0	0	0	22	7	9	34	10	4
Basilobelbidae	344	12	0	140	123	140	105	223	133
Xenillidae	1	1	0	18	35	14	10	49	26
Carabodidae	63	68	0	53	190	63	0	37	16
Dampfiellidae	6	0	0	5	0	4	0	0	0
Oppiidae	1	0	0	1	9	1	1	2	0
Passalozetidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Xylobatidae	21	23	1	65	27	58	150	61	11
Haplozetidae	16	70	6	41	58	35	55	49	19
Nasobatidae	0	0	0	4	2	0	0	1	3
Oripodidae	0	0	0	0	61	51	0	1	4
Scheloribatidae	23	67	0	30	60	48	74	74	35
Ceratozetidae	0	0	8	17	27	35	63	61	27
Oribatellidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Achipteriidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Galumnidae	56	16	1	36	37	31	23	44	22

		NORTES								
		Manglar			Selva mediana			Selva baja		
	Familias	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Collembola</b>										
	Hypogastruridae	11	0	0	10	19	13	3	67	8
	Entomobryidae	41	20	0	17	45	68	4	7	11
	Isotomidae	27	21	0	44	41	42	3	17	10
	Sminthuridae	16	2	0	5	16	20	2	1	0
<b>Prostigmata</b>										
	Bdellidae	4	2	0	18	8	45	6	9	22
	Caeculidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cheyletidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cryptognathidae	0	0	0	3	0	0	0	0	0
	Cunaxidae	6	0	0	28	15	7	9	0	5
	Eupodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Erythreidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lordalychidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Grandjeanicidae	0	0	0	7	1	23	5	5	3
	Nanorchestidae	6	1	0	4	6	9	0	8	3
	Scutacaridae	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	Stigmaeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Terpnacaridae	8	0	0	24	13	45	10	7	6
	Trombidiidae	1	1	1	16	2	3	2	0	0
<b>Mesostigmata</b>										
	Ascidae	1	10	5	0	15	3	0	26	4
	Pachylaelapidae	0	7	0	0	2	8	2	0	1
	Phytoseiidae	0	0	0	3	0	0	0	0	0
	Pyrosejidae	1	2	0	6	4	0	0	0	0
	Veigaiidae	0	0	0	3	0	3	0	7	0
	Podosinidae	7	0	0	0	12	2	3	4	9
	Trachyuropodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trichouropodellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trigonuropodidae	304	88	2	73	32	176	9	109	0
	Urodinychidae	0	0	0	2	1	0	0	0	0
	Macrodinychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dinychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Uropodidae	0	0	0	0	0	2	0	0	7
	Ologamasidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rodacaridae	25	38	0	145	97	116	9	31	4
	Laelapidae	1	50	0	3	4	59	4	3	0
	Parasitidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zerconidae	3	0	0	0	0	17	0	217	0
<b>Cryptostigmata</b>										
	Ctenacaridae	17	26	0	5	22	1	11	1	0
	Brachychthoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Parhypochthoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mesoplophoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Protoplophoridae	2	0	0	1	3	2	2	4	4
	Phthiracaridae	131	45	1	30	67	30	7	21	82
	Oribotritiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Euphthiracaridae	16	2	0	1	16	1	6	0	0
	Hypochthoniidae	61	22	4	145	9	56	7	86	90
	Sphaerochthoniidae	106	62	0	72	21	56	9	11	18
	Cosmochthoniidae	2	0	0	23	1	3	6	0	0

	Pterochthoniidae	0	0	1	2	0	1	1	0	0
	Lohmanniidae	230	221	0	10	4	14	5	32	32
	Nothriidae	0	5	0	24	15	0	2	0	0
	Crotoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trhypochthoniidae	19	5	11	1	1	4	5	45	18
	Malaconothridae	1	0	0	3	0	0	0	1	0
	Hermanniidae	0	3	0	4	4	0	0	0	1
	Epilohmanniidae	0	0	0	38	0	6	0	0	6
	Nanhermanniidae	0	0	0	5	0	2	0	0	6
	Hermanniellidae	6	0	0	0	0	4	0	16	11
	Plasmobatidae	0	0	0	3	4	1	0	0	0
	Liodidae	12	2	0	127	1	30	0	24	0
	Gymnodamaeidae	0	7	0	0	3	0	0	0	1
	Plateremaeidae	0	0	0	2	10	1	0	17	0
	Damaeidae	0	0	0	10	13	4	1	7	6
	Cepheidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Microtegeidae	0	0	0	0	0	0	2	2	0
	Charassobatidae	0	0	0	27	19	0	13	40	0
	Microztidae	0	0	0	23	3	20	0	0	0
	Eremulidae	0	1	0	2	0	0	1	0	3
	Eremobelbidae	2	6	0	7	0	1	5	1	11
	Basilobelbidae	74	58	1	71	94	117	26	140	55
	Xenillidae	7	6	1	53	24	29	9	9	4
	Carabodidae	30	4	2	230	201	93	60	142	0
	Dampfiellidae	0	0	0	1	1	0	1	0	4
	Oppiidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	Passalozetidae	0	0	0	0	0	0	3	0	0
	Xylobatidae	6	0	0	9	6	89	9	4	0
	Haplozetidae	77	14	5	68	115	59	44	41	0
	Nasobatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oripodidae	0	0	0	1	0	0	0	0	35
	Scheloribatidae	34	0	1	41	47	16	24	51	35
	Ceratozetidae	28	0	4	35	32	16	5	23	23
	Oribatellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Achipteriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Galumnidae	20	25	0	2	29	12	3	108	8
<b>Notostigmata</b>										
	Opilioacaridae	4	0	0	0	0	0	0	0	0

	Familias	SECAS								
		Manglar			Selva mediana			Selva baja		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Collembola</b>										
	Hypogastruridae	5	2	0	1	2	1	0	1	0
	Entomobryidae	0	0	0	15	6	0	1	10	0
	Isotomidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sminthuridae	0	1	0	3	2	1	0	7	0
<b>Prostigmata</b>										
	Bdellidae	8	5	0	8	14	11	10	16	2
	Caeculidae	0	0	0	0	3	0	0	0	0
	Cheyletidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cryptognathidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cunaxidae	0	4	0	4	13	3	5	7	3
	Eupodidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Erythreidae	1	3	0	0	0	0	0	0	0
	Lordalychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Grandjeanicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nanorchestidae	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	Scutacaridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Stigmaeidae	2	4	0	0	0	0	0	0	0
	Terpnacaridae	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	Trombidiidae	0	1	0	2	5	1	0	0	3
<b>Mesostigmata</b>										
	Ascidae	13	1	0	0	7	2	1	0	0
	Pachylaelapidae	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	Phytoseiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pyrosejidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Veigaiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Podosinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trachyuropodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trichouropodellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trigonuropodidae	17	0	0	21	14	3	5	17	18
	Urodinychidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Macrodinychidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dinychidae	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	Uropodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ologamasidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rodacaridae	3	0	0	0	4	1	0	0	0
	Laelapidae	2	2	0	0	0	0	0	4	0
	Parasitidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Zerconidae	0	0	0	0	4	0	1	0	0
<b>Cryptostigmata</b>										
	Ctenacaridae	27	0	0	7	42	9	0	36	14
	Brachychthoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Parhypochthoniidae	0	31	0	0	0	0	0	7	0
	Mesoplophoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Protoplophoridae	0	0	0	14	3	4	1	25	1
	Phthiracaridae	10	4	0	12	8	3	7	42	11
	Oribotritiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Euphthiracaridae	3	4	0	4	0	0	1	0	1
	Hypochthoniidae	0	0	0	3	2	0	0	13	0
	Sphaerochthoniidae	30	0	0	11	4	7	11	44	0
	Cosmochthoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Pterochthoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lohmanniidae	19	11	0	2	3	5	1	2	4
	Nothridae	3	1	0	0	2	1	0	0	0
	Crotoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trhypochthoniidae	0	11	0	13	8	13	2	1	0
	Malaconothridae	0	0	0	0	0	1	4	4	0
	Hermanniidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Epilohmanniidae	27	1	0	0	0	0	0	3	0
	Nanhermanniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hermannelliidae	4	9	0	15	9	1	9	35	10
	Plasmobatidae	0	0	0	3	0	0	13	24	0
	Liodidae	2	63	2	33	53	4	4	19	3
	Gymnodamaeidae	0	0	0	1	3	0	0	0	0
	Platermaeidae	0	0	0	2	0	2	0	0	0
	Damaeidae	9	4	0	1	4	2	0	0	0

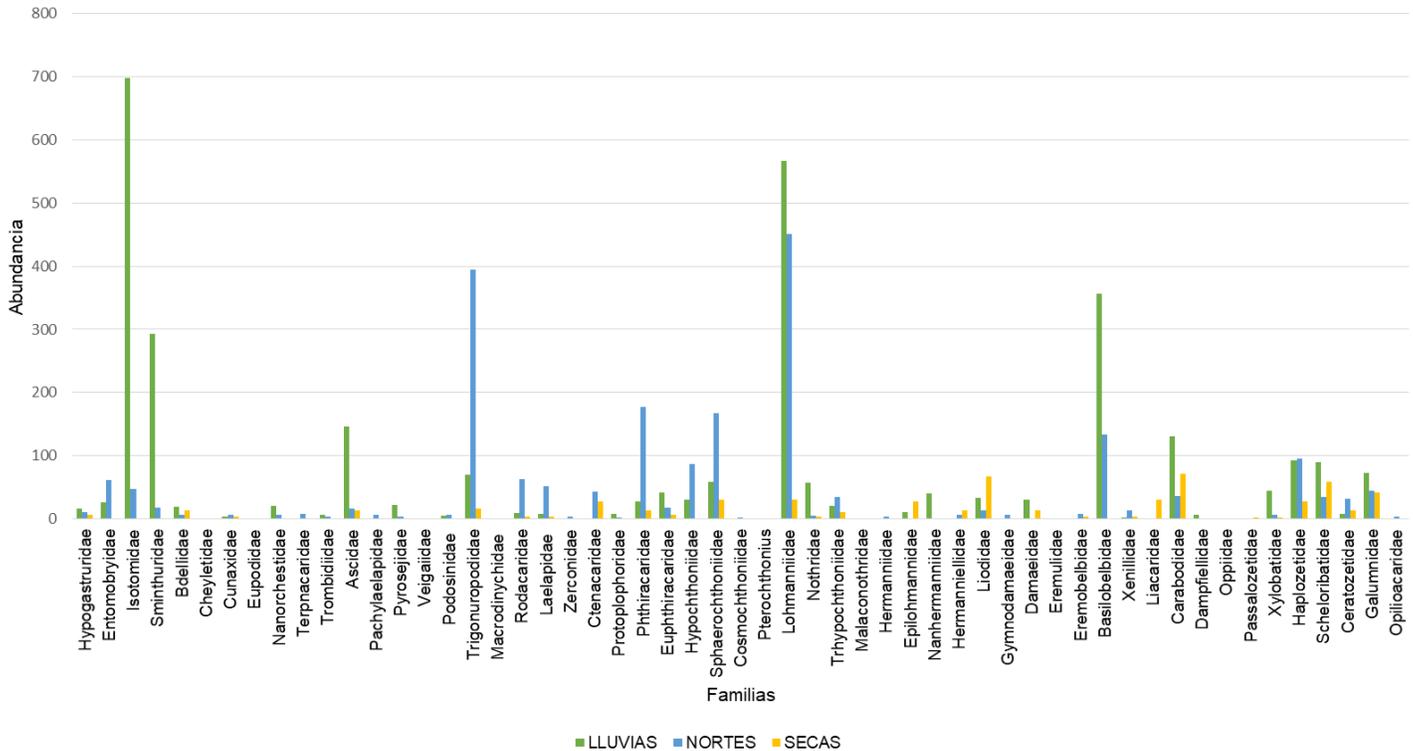
Cepheidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microtegeidae	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
Charassobatidae	0	0	0	4	0	1	1	0	0	1
Microztidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eremulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eremobelbidae	3	0	0	1	3	4	0	0	3	1
Basilobelbidae	1	0	0	0	17	12	7	0	16	5
Xenillidae	4	0	0	9	7	6	4	0	22	6
Carabodidae	47	24	0	32	29	36	8	0	11	6
Dampfeliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Oppiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Passalozetidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xylobatidae	0	1	1	0	8	0	0	0	12	0
Haplozetidae	25	2	0	30	12	25	6	0	18	13
Nasobatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oripodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scheloribatidae	33	26	0	17	6	48	3	0	40	11
Ceratozetidae	14	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Oribatellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achipteriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galumnidae	32	10	0	0	0	1	0	0	0	0

Las familias más abundantes durante las 3 temporadas de muestreo fueron: Hypochthonidae con 2,458 individuos, Basilobelbidae con 1,914 y Trigonuropodidae con 1,529 (Tabla 4).

En el sitio de manglar para la temporada de lluvias las familias con mayor abundancia fueron: Isotomidae (698), Lohnnmaniidae (567) y Basilobelbidae (356), Sminthuridae (293) y Ascidae (146). Al contrario, las familias con menor cantidad de individuos registrados fueron: Cheyletidae, Veigaiidae, Hermanniellidae, Oppidae y Passalozetidae, todas con un solo individuo (Gráfica 8).

En manglar durante la temporada de nortes las familias con mayor abundancia fueron: Lohnnmaniidae (451), Trigonuropodidae (394), Phthiriacaridae (167), Sphaerochthonidae (168), y Basilobelbidae (133). y las de menor abundancia fueron: Protoplophoridae (2), Cosmochthoniidae (2), Pterochthonidae (1), Malaconothridae (1), Eremullidae (1) (Gráfica 8).

Para la temporada de secas las familias con mayor abundancia fueron: Carabodidae (71), Liolidae (67), Scheloribatidae (59), Galumnidae (42), Parhypochthoniidae (31) y las de menor abundancia con solo un individuo fueron: Sminthuridae, Eupodidae, Trombidiidae, Macrodrinichydae y Basilobelbidae (Gráfica 8).

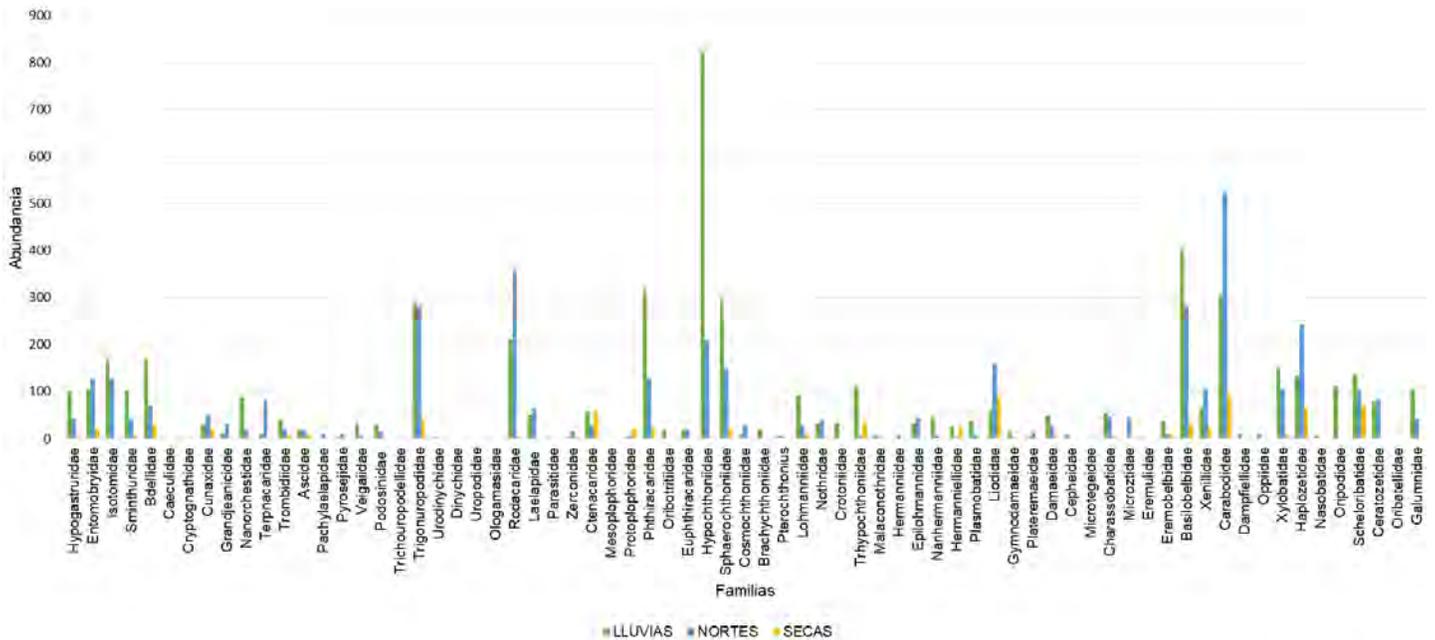


Gráfica 8.- Distribución de la abundancia absoluta de las familias de microartrópodos en Manglar durante las tres temporadas en Raudales, Q. Roo.

En selva mediana para la temporada de lluvias las familias más abundantes fueron: Hypochthonidae (822), Basilobelbidae (403), Carabodidae (306), Trigonuropodidae (289) y Rodacaridae (211) y las de menor abundancia con solo un individuo fueron: Dinychidae, Mesoplophoridae, Microzetidae y Oribatellidae (Gráfica 9).

En la temporada de nortes las familias más abundantes fueron: Carabodidae (524), Rodacaridae (358), Basilobelbidae (282), Trigonuropodidae (281) y Haplozetidae (242) y las de menor abundancia fueron: Uropodidae, Eremulidae, Dampfelliidae con 2 individuos y Oripodidae con un individuo (Gráfica 9).

Para la temporada de secas las familias más abundantes fueron: Carabodidae (97), Liodidae (90), Scheloribatidae (71), Haplozetidae (67), Ctenacaridae (58) y las de menor abundancia con solo un individuo fueron: Pachylaelapidae, Malaconothridae, Hermannidae, Microtegeidae y Galumnidae (Gráfica 9).

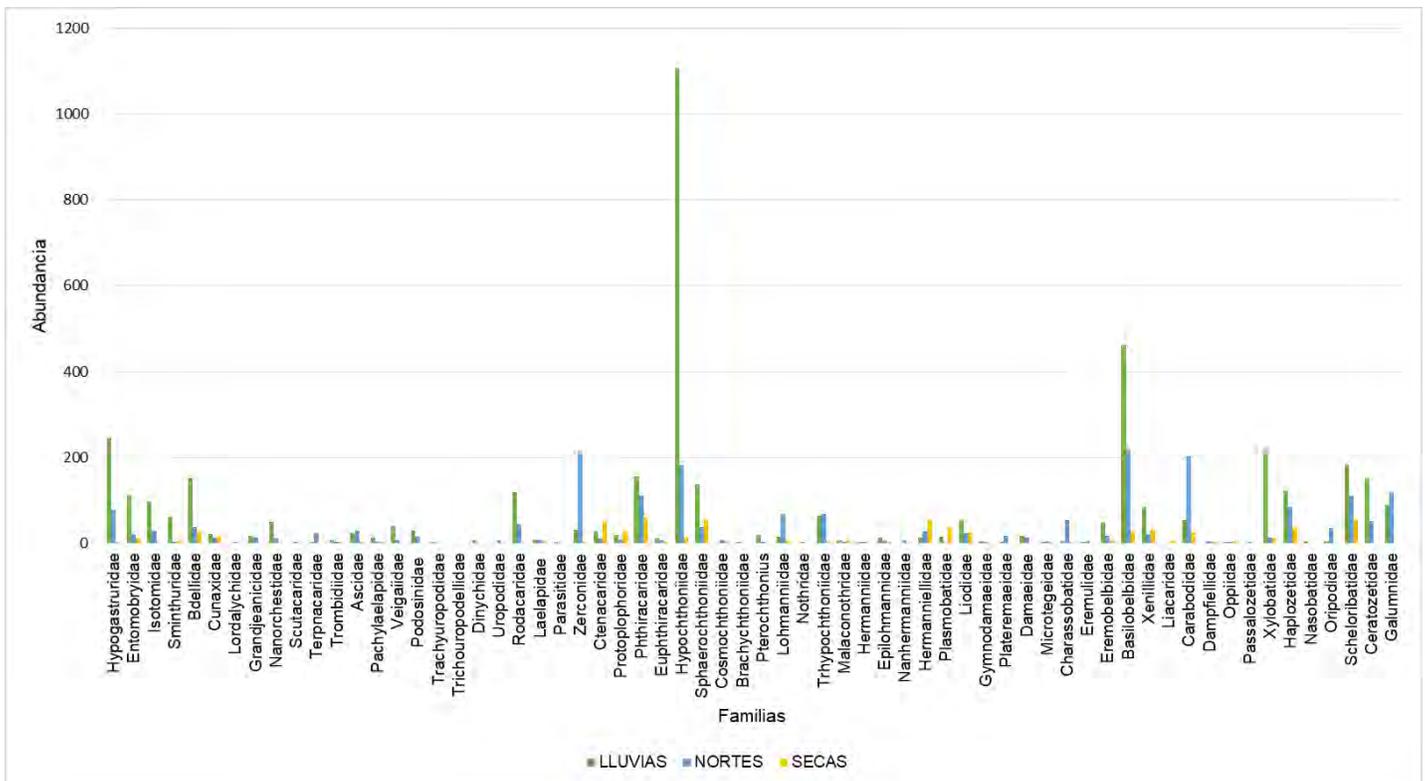


Gráfica 9.- Distribución de la abundancia absoluta de las familias de microartrópodos en el sitio de selva mediana, Raudales, Q. Roo.

En selva baja para la temporada de lluvias las familias más abundantes fueron: Hypochthonidae (1107), Basilobelbidae (461), Trigonuropodidae (345), Xylobatidae (222) y Scheloribatidae (183) y las de menor abundancia con solo un individuo fueron: Terpnacaridae, Trachyuropodidae, Parasitidae, Brachychthoniidae, Plateremaeidae (Gráfica 10).

En la temporada de Nortes las familias más abundantes fueron: Basilobelbidae (221), Zerconidae (217), Carabodidae (202), Hypochthonidae (183), Galumnidae (219) y las de menor abundancia con solo un individuo fueron: Lordalychidae, Pterochthonidae Malaconothridae, Hermanniidae, Gymnodamaeidae (Gráfica 10).

Para la temporada de secas las familias más abundantes fueron: Phthiracaridae (60), Sphaerochthonidae (55), Hermanniellidae (54), Scheloribatidae (54), Ctenacaridae (50), y las de menor abundancia con solo un individuo fueron: Hypogastruridae, Ascidae, Pachylaelapidae, Zerconidae, Cosmochthoniidae (Gráfica 10).



Gráfica 10.- Distribución de la abundancia absoluta de las familias de microartrópodos en el sitio de selva baja, Raudales, Q. Roo.

## 12.4 Índices de Diversidad

### 12.4.1 Diversidad General

Se calculó la diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), la equitatividad de Pielou ( $J'$ ) y la dominancia de Simpson ( $\lambda$ ). El valor más alto de diversidad se registró en la selva mediana  $H'= 3.446$ , debido a que cuenta con la mayor riqueza de familias, presentó el nivel más alto de dominancia  $\lambda= 0.953$ , y también el valor más alto en equitatividad de  $J'= 0.806$ .

El menor índice de diversidad se registró en manglar con  $H'= 3.017$ , presentó también la menor equitatividad y dominancia con  $J'= 0.746$  y  $\lambda= 0.922$ .

Por último, en selva baja se registró un valor intermedio en diversidad, dominancia y equitatividad con  $H'=3.275$ ,  $\lambda= 0.937$  y  $J'= 0.784$  (Tabla 5).

Tabla 5. Índices de diversidad: Diversidad de Shannon ( $H'$ ), Dominancia de Simpson ( $\lambda$ ), y Equitatividad de Pielou ( $J'$ ) en los tres sitios de muestreo.

<b>Índices de diversidad</b>	<b>Manglar</b>	<b>Selva mediana</b>	<b>Selva baja</b>
<b>Diversidad de Shannon <math>H'</math></b>	3.017	3.446	3.275
<b>Dominancia de Simpson <math>\lambda</math></b>	0.922	0.953	0.937
<b>Equitatividad de Pielou <math>J'</math></b>	0.746	0.806	0.784

#### 12.4.2 Diversidad por temporada

El análisis estadístico nos indicó que el valor más alto del índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) fue en la temporada de lluvias en la selva mediana con  $H'= 3.373$ , es decir, se obtuvo la mayor riqueza en familias en dicho sitio, mientras que, el menor índice de diversidad se registró en el manglar durante la temporada de lluvias con  $H'= 2.643$ .

El sitio con la mayor dominancia de Simpson ( $\lambda$ ) fue en la selva baja en la temporada de nortes con  $\lambda= 0.947$  presentando las familias con mayor dominancia y uniformidad; sin embargo, el sitio con menor dominancia fue nuevamente en el manglar en temporada de lluvias con  $\lambda= 0.883$ , aunque igual presenta mucha dominancia por parte de las familias encontradas en dicho sitio.

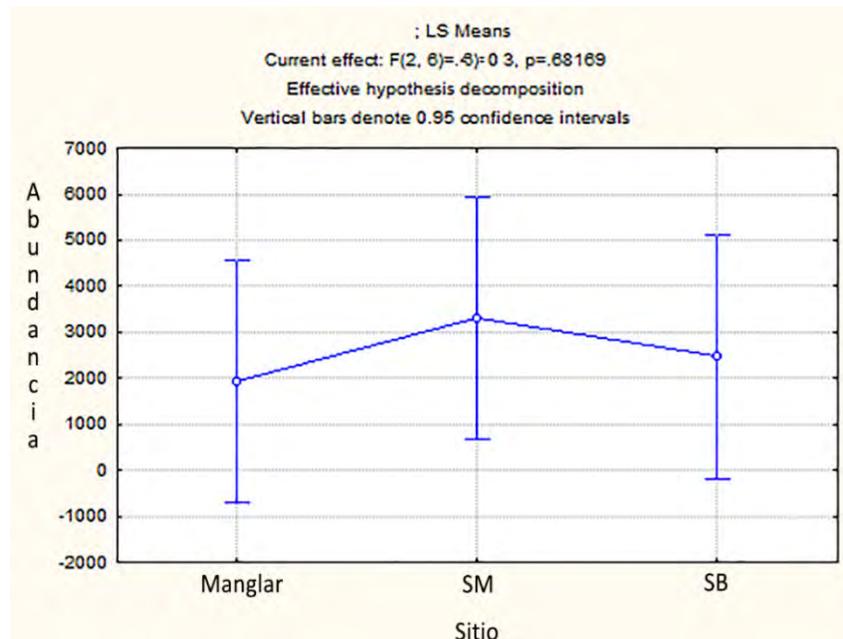
La equitatividad de Pielou ( $J'$ ) más alta se registró nuevamente en la selva baja, pero durante la temporada de secas con  $J'= 0.855$ , y nuevamente en el manglar durante la temporada de lluvias se obtuvo una equitatividad de  $J'= 0.716$ .

Tabla 6. Índices estadísticos: Diversidad de Shannon ( $H'$ ), Dominancia de Simpson ( $\lambda$ ), y Equitatividad de Pielou ( $J'$ ) en los tres sitios de muestreo durante las tres temporadas.

	Manglar			Selva Mediana			Selva Baja		
	Lluvias	Nortes	Secas	Lluvias	Nortes	Secas	Lluvias	Nortes	Secas
<b>Diversidad de Shannon <math>H'</math></b>	2.643	2.77	<b>3.015</b>	<b>3.373</b>	3,29	3.092	2.989	<b>3.289</b>	3.089
<b>Dominancia de Simpson <math>\lambda</math></b>	0.883	0.896	<b>0.935</b>	0.945	<b>0.945</b>	0.936	0.907	<b>0.947</b>	0.944
<b>Equitatividad de Pielou <math>J'</math></b>	0.716	0.732	<b>0.848</b>	0.802	0.810	<b>0.822</b>	0.742	0.813	<b>0.855</b>

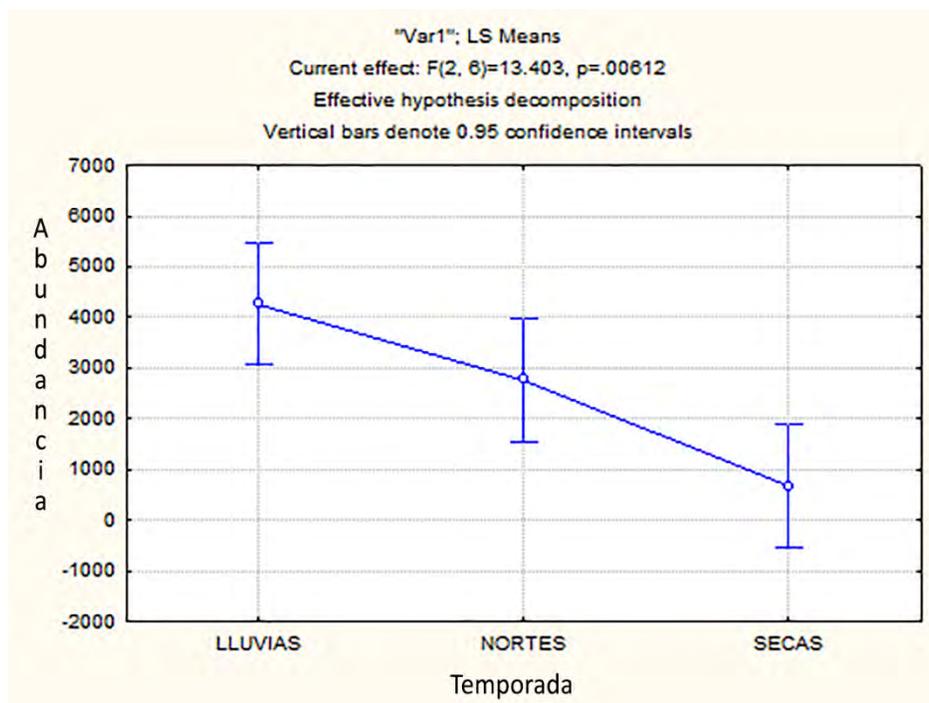
## 12.5 ANOVA

El análisis de varianza comprobó que para los sitios de colecta (manglar, selva mediana y selva baja) no existe una diferencia estadísticamente significativa entre sus densidades, ( $F(2,6) = 0.40, p > 0.05$ ). Los sitios presentaron una similitud del 40% (Gráfica 11). El nivel de significancia ( $p = 0.681$ ) nos indicó que los tres sitios de estudio son muy parecidos en cuanto a la abundancia.



Gráfica 11.- Análisis de varianza de abundancia de los microartrópodos en los tres tipos de vegetación, Raudales, Q. Roo

Para la temporada de muestreo de lluvias, nortes y secas, se determinó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre sus abundancias, ( $F(2,6) = 13.40$ ,  $P = 0.006$ ) (Gráfica 12). Se observa que las diferencias más notorias entre las abundancias registradas se presentaron para la temporada de lluvias y secas. Para la temporada lluvias hubo mayor abundancia en comparación a las otras, en orden descendente le sigue la temporada de nortes y por último la temporada de secas debido a la menor abundancia de organismos obtenidos. La temporalidad es una variable que explica la variación en las abundancias de los organismos.



Gráfica 12.- Análisis de varianza de las abundancias de microartrópodos en las temporadas de muestreo, Raudales, Q. Roo.

## 12.6 Índice de Similitud de Sørensen (Is)

El índice de similitud de Sørensen expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas (Moreno, 2001).

Según los valores presentados, los sitios de selva mediana y selva baja presentan mayor similitud en un 86.1%, debido a que comparten la mayor parte de familias.

En los sitios de manglar y selva baja se obtuvo un valor intermedio del 81.9% de similitud. Mientras que los sitios de manglar y selva mediana comparten el menor número de familias presentando un índice de 75.9%.

Tabla 7. Similitud de Sørensen de las temporadas (lluvias, nortes y secas)

Similitud de Sørensen (Is)			
	Manglar	Selva mediana	Selva Baja
Manglar			
Selva Mediana	0.759		
Selva Baja	0.819	0.861	

### 12.6.1 Índice de similitud por sitio y temporalidad

El registro de los sitios con mayor semejanza en familias se obtuvo en la selva mediana y la selva baja, ambos durante la temporada de nortes con una similitud del 90.4%, mientras que, los sitios con menor semejanza fueron en el manglar en la temporada de secas y la selva mediana durante la temporada de lluvias con una similitud de 56.8%.

Tabla 8. Similitud de Sørensen de las temporadas (lluvias, nortes y secas) por cada sitio de muestreo

SIMILITUD DE SORENSEN										
SITIOS	TEMPORADAS	Manglar			Selva Mediana			Selva Baja		
		Lluvias	Nortes	Secas	Lluvias	Nortes	Secas	Lluvias	Nortes	Secas
Manglar	Lluvias									
	Nortes	0,762								
	Secas	0,747	0,683							
Selva Mediana	Lluvias	0,71	0,756	0,568						
	Nortes	0,755	0,843	0,623	0,864					
	Secas	0,699	0,827	0,692	0,745	0,792				
Selva Baja	Lluvias	0,708	0,8	0,615	0,861	0,842	0,828			
	Nortes	0,783	0,831	0,652	0,838	0,904	0,8	0,867		
	Secas	0,701	0,74	0,694	0,692	0,715	0,775	0,731	0,744	

## 12.7 Prueba de t-student

### 12.7.1 Comparación de la prueba t- student en los sitios manglar, selva mediana y selva baja

Se realizó una prueba t student para comparar las abundancias totales de los sitios estudiados en Raudales. Con ajustes de Leneve, en la que se calcula el nivel de significancia con el 95% de confianza y un error del 5% entre el número de pruebas (Hurtado y Silvente, 2012).

Tabla 9.- Comparación de las abundancias totales a través de la prueba t-student para los tres sitios de muestreo.  $p < 0.05$ , \*=significativo, n/s= no significativo.

	<b>MANGLAR</b>	<b>SM</b>	<b>SB</b>
<b>MANGLAR</b>	-	0.22	0.671
<b>SM</b>	-	-	0.421

Al comparar los tres sitios no se encontraron diferencias significativas en las diferentes combinaciones. Es decir, que estos tres sitios presentan mayor similitud en su diversidad (Tabla 9).

### 12.7.2 Comparación de la prueba t-student en las diferentes temporadas en los tres sitios de muestreo.

Al realizar los análisis con la prueba t-student, se mostraron diferencias significativas en más de la mitad de todas las combinaciones posibles.

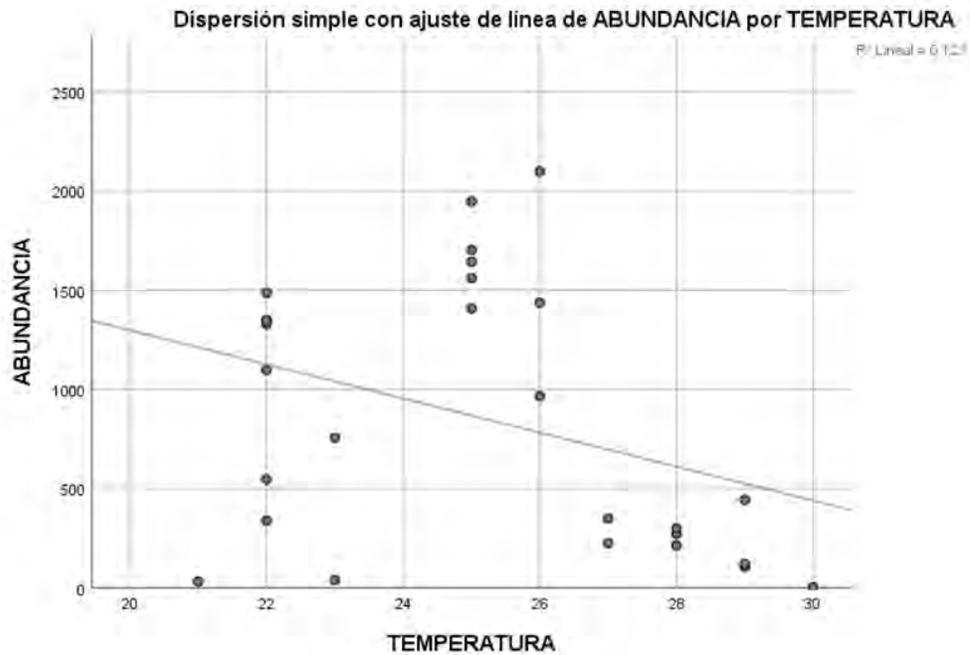
En tabla 10 se observa que la comparación donde hay más desigualdad entre los sitios, es entre selva mediana para la temporada de nortes y selva mediana para temporada de secas. Mientras que los sitios que presentan más similitud son manglar y selva mediana ambos en temporada de lluvias.

Tabla 10.- Comparación de las abundancias totales mediante la prueba t de student.  $p < 0.05$ , \*=significativo, n/s= no significativo.

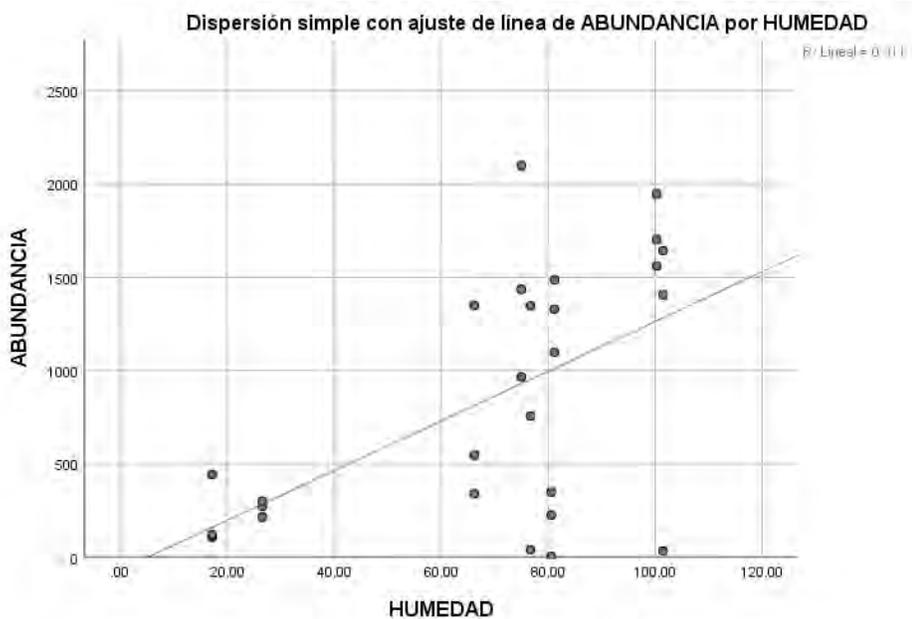
		LLUVIAS			NORTES			SECAS		
		MAN_1	SM_1	SB_1	MAN_2	SM_2	SB_2	MAN_3	SM_3	SB_3
LLUVIAS	MAN_1		0,979	0,92	0,294	0,705	0,083	0.02 *	0.013 *	0.02 *
	SM_1			0,923	0.197 *	0,622	0.037 *	0.006 *	0.003 *	0.006 *
	SB_1				0.26 *	0,616	0,079	0.026 *	0.017 *	0.026 *
NORTES	MAN_2					0.336 *	0,526	0.047 *	0.041 *	0,053
	SM_2						0.065	0.004 *	0.002 *	0.004 *
	SB_2							0.023 *	0.024 *	0.03 *
SECAS	MAN_3								0,724	0,721
	SM_3									0,971
	SB_3									

### 12.8 Análisis de regresión lineal

Se determinó que no existe una relación significativa entre las abundancias de los microartrópodos y temperatura  $R^2 = 0.123$   $p = > 0.01$  (Gráfica 13), pero existe una relación estadísticamente significativa entre las abundancias de los microartrópodos y la humedad del suelo en los sitios de colecta ( $R^2 = 0.31$   $p = > 0.01$ ). Se observa una correlación positiva entre estas dos variables, conforme aumenta la humedad, la abundancia también aumenta. De acuerdo con este estudio se consideró un rango de humedad de 17 g a 102 g, y para la temperatura un rango de 21° a 30° (Gráfica 14).



Gráfica 13.- Análisis de regresión entre la temperatura y la abundancia de microartrópodos, Raudales, Q. Roo.



Gráfica 14.- Análisis de regresión entre la humedad y la abundancia de microartrópodos, Raudales, Q. Roo.

### 13. Discusión

En el Estado de Quintana Roo se localizan varias asociaciones vegetales; selva mediana subperennifolia, selva baja inundable, palmares, manglares, entre otras. Esta diversidad de asociaciones vegetales permite que exista un inmenso abanico de nichos ecológicos que son aprovechados por la gran variedad de microartrópodos edáficos (Valdez-Hernández, e Islebe 2011). Quintana Roo, posee en buen estado de conservación grandes extensiones de selvas tropicales y se han llevado a cabo estudios de fauna edáfica, principalmente de Acari y Collembola (Vázquez, 2006, 2008).

La composición de la comunidad de estos microartrópodos (ácaros y colémbolos) registra un total de 84 familias para Raudales, de los cuales el grupo con mayor riqueza y abundancia fue el orden de Cryptostigmata con 47 familias, seguido de Mesostigmata con 18, Prostigmata con 14, Collembola con 4 y finalmente Notostigmata con una sola familia, cabe mencionar que los ácaros de esta familia están considerados fósiles vivientes (Vázquez, 2011). En otros estudios realizados en Quintana Roo también se han reportado a los ácaros oribátidos como los más abundantes, (Varguez-Noh y Cutz-Pool, 2013; Tome-Reyna *et. al* 2015; Vázquez *et. al* 2015; Cahuich Gerónimo, 2018).

Alayola Pérez (2016), registró 70 familias en los sitios de selva mediana, selva baja, manglar y duna costera. En el sitio que se cuantificó el mayor número de individuos fue en el manglar con 58 familias, seguido por selva baja con 54 familias, selva mediana 52, y por último duna costera con 44 familias. Al igual que en Raudales Quintana Roo, presentaron variación en la abundancia de los organismos en la temporada de lluvias y secas, ya que existe una relación positiva entre la humedad y la abundancia de microartrópodos.

En este estudio, en la temporada de lluvias se registró el mayor incremento de abundancia de los microartrópodos en los tres sitios de colecta, siendo más evidente en la selva mediana. Conforme aumenta la humedad, la abundancia también aumenta. Várguez-Noh y Cutz-Pool (2013), mencionan que la mayor abundancia y riqueza de microartrópodos se registró en la temporada de lluvias, indicando que la

humedad es un factor limitante para la distribución de las comunidades de microartrópodos, asemejándose a los resultados encontrados en el presente estudio.

En los tres sitios de muestreo de Raudales, la diversidad de microartrópodos edáficos se reduce durante la temporada de secas concordando con un estudio realizado por Cutz-Pool *et al.*, (2019) en tres biotopos de una selva baja inundable de Quintana Roo, se encontró menos riqueza y abundancia de microartrópodos en el suelo para la temporada de secas.

En cuanto los índices estadísticos de diversidad de Shannon-Wiener, dominancia de Simpson y equitatividad de Pielou en general el más alto se registró en la selva mediana. La diversidad de la selva mediana registró  $H' = 3,446$ , seguidamente la selva baja con  $H' = 3,275$  y el menor índice de diversidad se registró en el manglar  $H' = 3,017$ . En cuanto a la dominancia de Simpson una vez más la selva mediana registro el valor más alto  $\lambda = 0,953$ , la selva baja  $\lambda = 0,937$  y el manglar  $\lambda = 0,992$ . Por último, la equitatividad en la selva mediana se obtuvo  $J' = 1,814$ , en la selva baja  $J' = 0,784$  y para el manglar  $J' = 0,746$ . Un estudio realizado por Cooch y Medina (2018) registró la mayor diversidad en selva mediana con  $H' = 3.053$ , mientras que en manglar presento mayor dominancia  $\lambda = 0,9303$  y equitatividad  $J' = 0.8016$ , representando valores muy similares a los índices obtenidos de Raudales.

Alayola Pérez (2016), el valor más alto de diversidad se registró en selva baja con un  $H' = 3.179$  y presento el valor más alto de equitatividad con  $J' = 0.797$ . Es decir, selva baja tuvo mayor diversidad de familias y sus abundancias son más uniformes. El manglar registro el valor más alto de dominancia  $\lambda = 0.943$  y el valor más baja de equitatividad  $J' = 0.778$ .

García-Gómez *et al.*, (2014) en su estudio realizado en la Isla de Cozumel en los manglares, obtuvieron la diversidad más alta para abril, que corresponde al mes más seco y registró una diversidad de  $H' = 2.12$ ; coincidiendo con el estudio de Cozumel, Raudales también registró su mayor diversidad en el manglar en la temporada de secas con  $H' = 3,015$ , siendo aún más alto para este estudio.

Probablemente esto se debe a que el nivel del mar en la temporada seca bajó y los organismos pudieron estar en el suelo sin ningún problema de inundación.

Al comparar el número de familias en común de las tres temporadas se observa que selva mediana y selva baja presentan mayor similitud con un 86.1%, debido a que comparten la mayor parte de familias. Mientras que el manglar y la selva mediana comparten el menor número de familias presentando un índice de 76%. Esto sucede generalmente cuando se comparan zonas de estudio con diferente cobertura vegetal, como menciona Pérez (2012).

En los análisis de regresión lineal, se determinó que no existe una relación significativa entre las abundancias de los microartrópodos y temperatura  $R^2 = 0.123$ ;  $p > 0.01$ , al menos para este estudio no fue una variable determinante, esto puede deberse a la combinación de esta variable con otros factores ambientales que ayudan a predecir el aumento en la abundancia de los microartrópodos del suelo; pero existe una relación estadísticamente significativa entre las abundancias de los microartrópodos y la humedad del suelo en los sitios de colecta ( $R^2 = 0.31$ ;  $p > 0.01$ ); afirmando así que, la humedad es una variable que está determinando el aumento en la abundancia de los microartrópodos para este estudio.

Concordado una vez más con García-Gómez *et al.*, (2014) que encontró una relación positiva y significativa entre la humedad relativa y la abundancia total de artrópodos ( $r_{40} = 0.5$ ;  $p < 0.05$ ), mientras que la temperatura se correlacionó negativamente con la abundancia ( $r_{40} = -0.23$ ;  $p < 0.05$ ).

En general, las familias más abundantes durante las 3 temporadas de muestreo pertenecen al grupo de los Oribátidos, los cuales suelen ser los más abundante de acuerdo con los estudios realizados en Quintana Roo, y estos constituyen un factor importante en la descomposición de los restos de hojarasca (Vázquez, 1999).

Otro grupo abundante fue Trigonuropodidae que pertenece al orden de los Mesostigmata y a la superfamilia de Uropodina, los cuales son ácaros considerados indicadores de suelos ricos en humus y bien conservados (Vázquez *et al.*, 2016).

El grupo fue abundante en la temporada de nortes en todos los sitios, en específico en manglar donde estuvo bien representado con 304 individuos para una sola muestra.

## 14. Conclusiones

Los ácaros (Prostigmata, Mesostigmata, Notostigmata y Oribatida) están en prácticamente todos los ambientes y ecosistemas naturales de Quintana Roo.

Los grupos más diversos y mejor representados en selvas tropicales son los ácaros Oribatidos, Mesostigmata y Prostigmata, los cuales comprenden familias, géneros y especies de vida libre.

Este estudio constituye una aportación significativa al conocimiento de la riqueza y biodiversidad edáfica de los microartrópodos de México, en específico para la comunidad de Raudales, Quintana Roo del que no se contaba con trabajos de investigación previos. Estos grupos son muy importantes en los procesos edáficos y conocer la composición sirve de base para futuras evaluaciones de los suelos y trabajos que se quieran llevar a cabo en esta comunidad.

La selva mediana subperennifolia obtuvo el mayor número de individuos, en las temporadas de muestreo (lluvias nortes y secas), siguiendo la selva baja subcaducifolia, mientras que el sitio de manglar registro la menor cantidad de organismos.

La diversidad de Shannon-Wiener, dominancia de Simpson y equitatividad de Pielou fue mayor en la selva mediana.

En todos los sitios y temporadas de muestreo se obtuvieron los 4 ordenes (Collembola, Prostigmata, Mesostigmata y Cryptostigmata) a excepción de la temporada de nortes y específicamente el ecosistema de manglar en donde encontramos 4 ejemplares de la familia Opilioacaridae del Orden de los Notostigmata.

Así como la familia de Opilioacaridade, se encontraron dos nuevas especies no descritas en otros estudios de Quintana Roo.

Los factores abióticos (humedad y temperatura) determinan la distribución de la abundancia y diversidad de la fauna edáfica, en los tres sitios de muestreo la abundancia de los ácaros y colémbolos se incrementaron durante las temporadas

de lluvias y nortes, mientras que, en la temporada de secas la diversidad de los microartrópodos edáficos disminuye. Esto nos hace ver que estos factores juegan un papel importante en la riqueza y diversidad de las comunidades de microartrópodos edáficos.

Se determinó que existe una relación estadísticamente significativa en la variable de temporalidades de acuerdo con los análisis que se hicieron en el presente estudio. La temporalidad es un factor que influye en las abundancias de los organismos.

La riqueza de especies de microartrópodos edáficos encontrada es una contribución al conocimiento de la Riqueza y Biodiversidad de artrópodos y a la caracterización de la comunidad de Raudales, Quintana Roo.

## 15. Referencias

- Alayola Pérez, A. D. C. (2016). Riqueza y abundancia de microartrópodos edáficos como indicadores de suelo bien conservados en selvas tropicales de Puerto Morelos, Quintana Roo, México.
- Arias, N. M. M., Rangel, M. D. C. N., López, I. C. P., Sánchez, E. C., & de la Cruz, J. M. (2018). El suelo y su multifuncionalidad: ¿qué ocurre ahí abajo? CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva, 25(3).
- Balogh, J. & P. Balogh (1990). Oribatid Mites of the Neotropical Region II. Amsterdam: Elsevier, 332 pp.
- Balogh, P., & Balogh, J. (2012). The soil mites of the world: Vol. 3: Oribatid mites of the neotropical region II (Vol. 3). Elsevier.
- Cabrales Medina, N. E. (2008). Desarrollo de productos turísticos bajo la perspectiva del uso del patrimonio cultural y ambiental de Laguna Guerrero, Mpio. Othón P. Blanco, Q. Roo.
- Cadena Rangel, O. (2013). Artrópodos edáficos asociados a *Brosimum* sp. (Moraceae) en Papantla, Veracruz, México. Entomología Mexicana, 1: 654-659.
- Carrasquilla-Batista, A., Chacón-Rodríguez, A., Núñez-Montero, K., Gómez-Espinoza, O., Valverde, J., & Guerrero-Barrantes, M. (2016). Regresión lineal simple y múltiple: aplicación en la predicción de variables naturales relacionadas con el crecimiento microalgal. Revista Tecnología en Marcha, 29, 33-45.
- Cauich Gerónimo, P. A. (2018). Variación de la mesofauna edáfica (Acari y Collembola) en tres especies de manglar en el margen costero de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo.
- Cepeda P. J. y G. W. Whitford, 1990, Microartrópodos edáficos del desierto chihuahuense, al norte de México. Folia Entomológica. Mexicana, 78: 257-272.
- Diversidad y Riqueza específica de Microartrópodos edáficos en Raudales, Quintana Roo, México.

- Che-Uc, W. I., Cutz-Pool, L. Q., Armenta-Tirado, L. E., & Rosado-Martín, S. E, (2019). Ácaros Oribátidos de una Selva Secundaria y un Cultivo de Maíz en el Ejido de Nicolás Bravo, Quintana Roo, México. *AGROECOSISTEMAS TROPICALES*, 317.
- Cooch, K. Z., & Medina, D. M. (2018). Diversidad y riqueza específica de microartrópodos edáficos como bioindicadores del estado de equilibrio del suelo en dos ecosistemas riparios en el país de Belice.
- Vázquez-Noh, W. P., & Cutz-Pool, L. Q. (2013). Diversidad de microartrópodos (ácaros y colémbolos) de musgos corticícolas en la selva baja de Nicolás Bravo, Quintana Roo. *Acta zoológica mexicana*, 29(3), 654-665.
- Culliney, T. W. (2013). Role of arthropods in maintaining soil fertility. *Agriculture*, 3(4), 629-659.
- De Dios, H. C. (2014). Vegetación de humedales en áreas de turismo de aventura en la zona Maya de México. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 4(2), 88-103.
- Díaz, A. E. (2011) vegetación. *En Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación*, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd). México, D. F.
- García E. (1973). Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen: (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Segunda edición. Instituto de Geografía. UNAM. México. 246 p.
- García-Gómez, A., Castaño-Meneses, G., Vázquez-González, M.M., Palacios-Vargas, J.G. (2014). Mesofaunal arthropods diversity in shrub mangrove litter of Cozumel Island, Quintana Roo, México, *Applied Soil Ecology*, 83: 44-50.
- Gómez-Anaya, J. A., J. G. Palacios-Vargas y G. Castaño-Meneses. (2010). Abundancia de colémbolos (Hexapoda: Collembola) y parámetros edáficos de Diversidad y Riqueza específica de Microartrópodos edáficos en Raudales, Quintana Roo, México.

- una selva baja caducifolia. *Revista Colombiana de Entomología*, 36 (1): 96-105.
- Harris, J. R. W. & Usher, M. B. (1976) Laboratory studies of predation by the grassland mite *Pergamasus longicornis*, Berlese and their possible implications for the dynamics of populations of Collembola. *Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society (A)* 6:143-153.
- Hoffmann, A. & Vázquez, M. (1986). Los primitivos ácaros opilioacaridos en México. *Folia Entomologica Mexicana*, (67), 53-60.
- Krantz, G. W. (1978). *A Manual of Acarology*. Oregon State University Book Stores, Inc. United States of America. 509 p.
- Hurtado, M. J. R., & Silvente, V. B. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. *Reire*, 5(2), 83-100.
- Krantz, G. W. and Ainscough, B. D. (1990) *Acarina: Mesostigmata (Gamasida)*. In Dindal, D. L. (ed.) *Soil biology guide*. Wiley, New York.
- Krantz, G.W. (2009). Form and functions. En Krantz y Walter (eds.). *A manual of Acarology*. 3ª ed. EUA: Texas Tech University Press Chap. 6:64-82.
- Mira, M., Valor, E., Boluda, R., Caselles, V., & Coll, C. (2007). Influencia del efecto de la humedad del suelo en la emisividad del infrarrojo termico. *Tethys* (4), 3-10.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.
- Pérez, F. F. (2015). Orden Prostigmata. *Revista IDE@-SEA*, 14, 1-8.
- Prieto-Trueba D, Vázquez-González MaM, Rodríguez-Aragonés C. (1999). Comunidades de la mesofauna edáfica en una selva baja inundable de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. *Revista Biología Tropical*, 47(3): 489–492

- Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López-Huay-Pix y Xul-Há. (2011). Municipio de Othón P. Blanco ANEXO I.3.
- Schatz, H. (1998) "Oribatid Mites of the Galapagos Islands-Faunistics, Ecology and Speciation. *Experimental & Applied Acarology*", 22, pp. 373-409.
- Scheu, S. (2002). The soil food web: Structure and perspectives. *European Journal of Soil Biology* 38: 11-20.
- Seastedt, T. (1984). The role of microarthropods in decomposition and mineralization process. *Ann. Rev. Entomol.* 29: 25-46.
- Socarrás A. (2013). Mesofauna edáfica: Indicador biológico de la calidad del suelo. *Pastos y Forrajes*, 36 (1): 5-13.
- Tome-Reyna SA, Cutz-Pool LQ, Ortiz-León HJ. (2015). Variación Espacio-temporal de ácaros (Cryptostigmata) en puntos estratégicos de la bahía de Chetumal, Quintana Roo, México. *Revista Ingeniantes* 1(2): 58-64.
- Valdez-Hernández, M. y G. A. Islebe (2011). "Tipos de vegetación en Quintana Roo", en Pozo, C. (ed.). *Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo 2.* México: El Colegio de la Frontera Sur/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Quintana Roo/Programa de Pequeñas Donaciones, 32-75.
- Vázquez-Noh, W. P., & Cutz-Pool, L. Q. (2013). Diversidad de microartrópodos (ácaros y colémbolos) de musgos corticícolas en la selva baja de Nicolás Bravo, Quintana Roo. *Acta zoológica mexicana*, 29(3), 654-665.
- Vázquez, M. M. (1994). Composición faunística edáfica en las selvas tropicales de Quintana Roo. *Ava. Cient*, 8, 21-25.
- Vázquez, M. M. (1999), Catálogo de los ácaros oribátidos edáficos de Sian Ka'an Q. Roo, México, UQRoo- Conabio, 125 pp.
- Vázquez, M. M. (2001), Fauna edáfica de las selvas tropicales de Quintana Roo, UQRoo-Conacyt, 145 pp.

- Vázquez, M. M. (2008). Microartrópodos edáficos litorales. DE CHETUMAL/COROZAL: COSTA OCCIDENTAL DEL MAR CARIBE, 131.
- Vázquez, M. M. y 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., May, D. A., & Alamilla, E. B. (2016). Riqueza específica y biodiversidad de Cozumel, Quintana Roo, México. *Teoría y Praxis*, (19), 137-171.
- Vázquez, M.M. & Palacios-Vargas, J. G. (2004). Catálogo de colémbolos:(Hexapoda: Collembola) de Sian Ka'an Quintana Roo, México.
- Vázquez, M.M. (2006) Ácaros oribátidos de las selvas tropicales de México y Belice. *Caos Conciencia* 1: 19-23.
- Vázquez, M.M. (2011) Capítulo 4. Arácnidos. Ácaros. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd). México, D. F.
- Vázquez-Rojas., López, M., Vázquez, M. M., Medina, F., Bieler, A., Mejía, B., Alamilla, E., May, U. (2020). Ácaros Prostigmata y Endeostigmata de las selvas tropicales de Quintana Roo, México. (1ª. ed). Facultad de Ciencias de la UNAM.
- Wu, P., & Wang, C. (2019). Differences in spatiotemporal dynamics between soil macrofauna and mesofauna communities in forest ecosystems: the significance for soil fauna diversity monitoring. *Geoderma*, 337, 266-272.

## 16. Anexos

### 16.1 Algunos aspectos de la Distribución, Biología y Reproducción de los ácaros edáficos de Raudales, Q. Roo.

De acuerdo con estudios efectuados por Balogh & Balogh (1990; 2012), Vázquez y Palacios- Vargas (2004), la fauna acarológica de Quintana Roo presenta una distribución neotropical. En especial los Oribátidos que tienen una amplia distribución, Schatz (1998), menciona que pudiera indicar que son especies relictas de la Pangea, pues los ácaros de este tipo son un grupo muy antiguo.

Es por esto por lo que se encuentran ampliamente distribuidos en las Regiones Tropicales debido a la gran variedad de hábitats que comprenden: cuevas, galerías, nidos, musgos y corteza de los árboles, siendo más abundante en humus, hojarasca y suelo. La alimentación de estos grupos es muy amplia y diversa, comprendiendo ácaros frugívoros, polinívoros, detritívoros y depredadores, alimentan de restos vegetales en descomposición o cuerpos fructíferos de los hongos que crecen en dicho material (Vázquez, 2001). Durante la identificación de las especies colectadas, pudimos observar varios ejemplares que tenían esporas, polen y algas en el contenido estomacal (Fig.15).

La mayoría de los ácaros Oribátidos se reproducen por medio de la oviposición, aunque algunas familias como Camisiidae, Malaconothridae, Oribotritiidae, son vivíparas (Fig. 16); incluso se han podido observar casos (Fig. 17) en los que aun *post mortem* nacen algunos organismos, los cuales se alimentan de los tejidos de la madre y completan su desarrollo dentro del cuerpo de esta antes de salir a través de la boca o de la región anogenital (Vázquez, 1999).

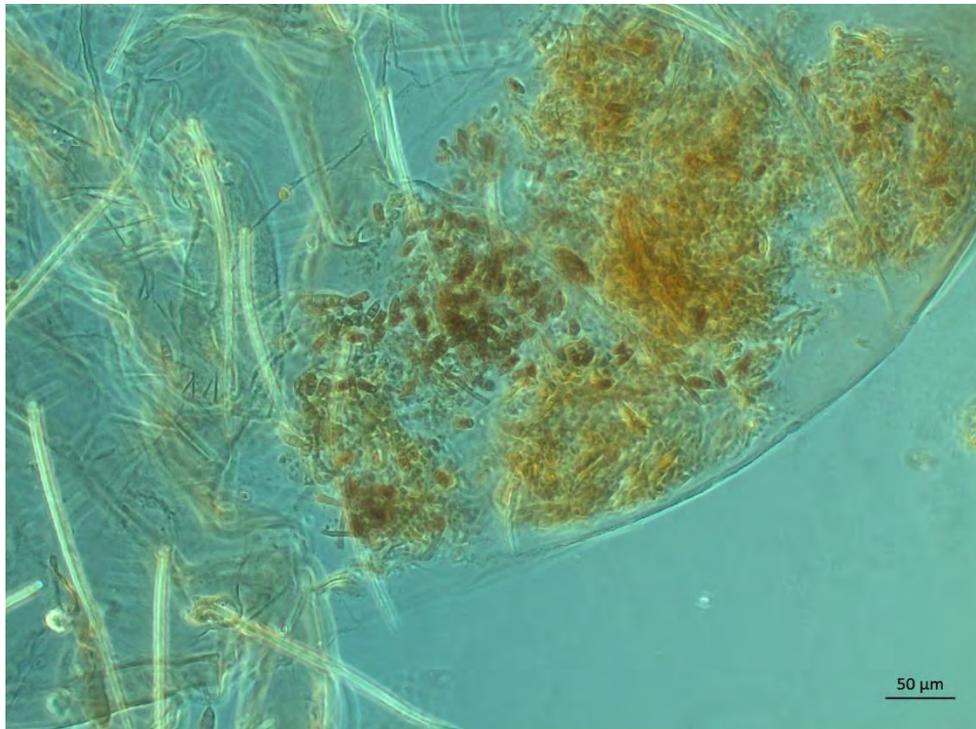


Figura 15.- Juvenil de *Trypochthonius* con esporas en contenido estomacal. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.



Figura 16.- Ejemplar de la familia Oribotritiidae, genero *Indotritia* sp. con huevos. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.

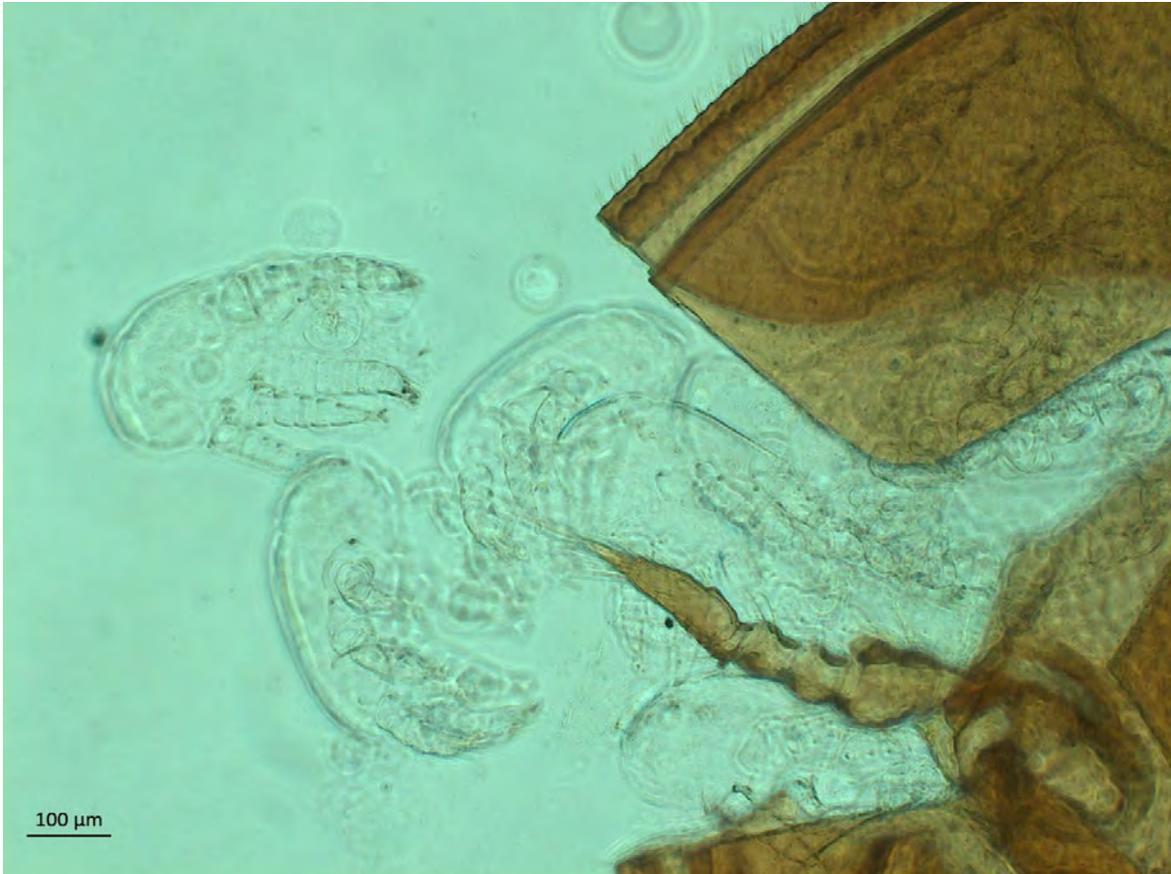


Figura 17.- Desarrollo dentro del cuerpo (larvas) de la madre (*Macrodynichus* sp.). Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.

## 16.2 Prostigmata

Los ácaros Prostigmata. Este grupo, pueden considerarse cosmopolitas. Ocupan casi cualquier hábitat terrestre, hipogeo y acuático en todos los continentes, incluida la Antártida, y algunos grupos especializados viven en fondos marinos (Pérez, 2015).

En el suelo viven en la superficie, en contacto con la vegetación u ocupando los primeros estratos. Algunos son depredadores de otros ácaros, pequeños insectos u otros artrópodos y nematodos. Familias representativas de dicho grupo en el estrato edáfico son: Stigmaeidae (Fig.18), Cunaxidae (Fig. 19 y 20), Bdellidae, Cheyletidae, Trombidiidae y Eupodidae. Bdellidae han sido utilizados con éxito como control biológico de insectos (Vázquez, 1994).

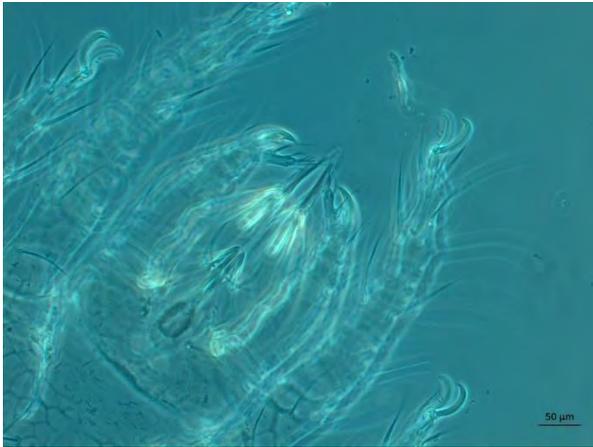


Figura 18. *Stigmaeidae* sp. Detalle de quelíceros en forma de estilete. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.



Figura 19. *Cunaxa* sp. Detalle de quelíceros. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.

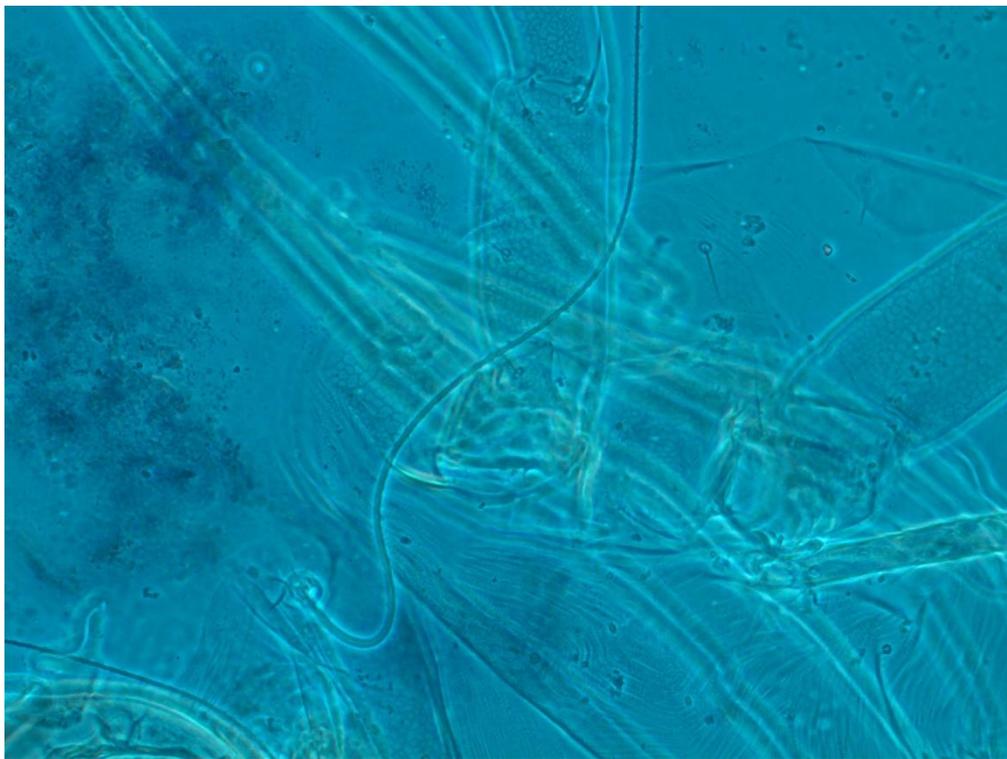


Figura 20- *Cunaxa* sp. Detalle de sensila muy larga finamente aserrada. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.

### 16.3 Mesostigmata

La mayoría de los ácaros de las familias Parasitidae, Laelapidae y muchos Uropodina son depredadores de otros microartrópodos, también muchos de estos practican foresia sobre otros microartrópodos (Vázquez 1994). Las especies que

habitan en el suelo se alimentan de nematodos, Collembola y algunas larvas de insectos (Harris y Usher, 1976) y algunos grupos son considerados fungívoros (Krantz y Ainscough, 1990).

Vázquez, (1994) menciona que los ácaros de la familia Rhodacaridae (Fig.21,22 y 23) son muy abundantes en muestras de hojarasca en Quintana Roo (Vázquez, 1994), para este estudio se obtuvieron grandes cantidades de estos organismos.



Figura 21.- *Rodacaridae* sp. Macho con espermatocit. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.



Figura 22.- *Rodacaridae* sp. Glandulas de un macho. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.



Figura 23.- *Rodacaridae* sp. Detalle de quelíceros. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.

#### 16.4 Notostigmata

Son animales relativamente grandes para ser ácaros (hasta poco menos de 2 mm), de cuerpo ovalado, alargado, con un característico color azul violáceo (Fig. 24), el cual se conserva parcialmente aún en animales aclarados y montados. El ciclo de vida de los opilioacáridos incluye las etapas de huevo, prelarva, larva, protoninfa, deutoninfa, tritoninfa y adulto. Son componentes de la fauna del suelo de las regiones templadas y tropicales, con gran vegetación arbórea; con frecuencia se les encuentra debajo o entre la madera de troncos podridos (Hoffmann y Vázquez, 1986).



Figura 24.- *Opilioacaridae* sp. Encontrado en el ecosistema de manglar, Raudales, Quintana Roo.  
Foto: Hernández, N.

Algunos de los ejemplares colectados e identificados para esta investigación en Raudales, se enlistan a continuación y también se encuentran en los siguientes sitios de acuerdo con Balogh & Balogh (1990: 2012).

**Pterochthoniidae** (Fig. 25).

*Pterochthonius ca. angelus*: México; entre raíces de gramíneas, en hábitats muy húmedos. Región Paleárticas; Francia, Italia, Yugoslavia, Unión Soviética.

**Lohmanniidae** (Fig. 26).

*Torpacarus omitens omitens*: Venezuela, La Guaya, Perú; lecho y humus.

**Gymnodamaeidae** (Fig. 27).

*Plesiodamaeus tuberculatus*: Argentina; en lecho.

**Cepheidae**

*Reticulocepheus ca. aerolatus*: (Fig.28) Ecuador; musgo de bosque, lecho y humus

*Reticulocepheus ca. decoui* (Fig.29): Localizado en Cuba, Provincia Oriente, sierra la Gran Piedra, Valle de Rio indio; en lecho.

**Microztidae** (Fig. 29).

*Acaroceras dechambrieri*: Guatemala, Tikal, en Petén.

**Basilobelbidae** (Fig.30).

*Basilobelba ca. insulares*: Antillas, St. Lucia, Castries, Vigie Point; encontrado en césped.

**Dampfiellidae** (Fig.31).

*Beckiella borhidii*: Cuba, Provincia Oriente, Sierra Maestra, Pico Turquino, encontrado en musgo de bosque y lecho.

**Oppiidae**

*Amerioppia ca. mínima*: Encontrada en Perú en el suelo de Machu Picchu en musgo húmedo.

**Nasobatidae** (Fig. 32).

*Nasobates ca. spinosus*: Honduras, Paraguay, Provincia concepción, Estancia estrellas; en bosque de galería y lecho.



Figura 25.- *Ptherochthonius ca. angelus*, Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.

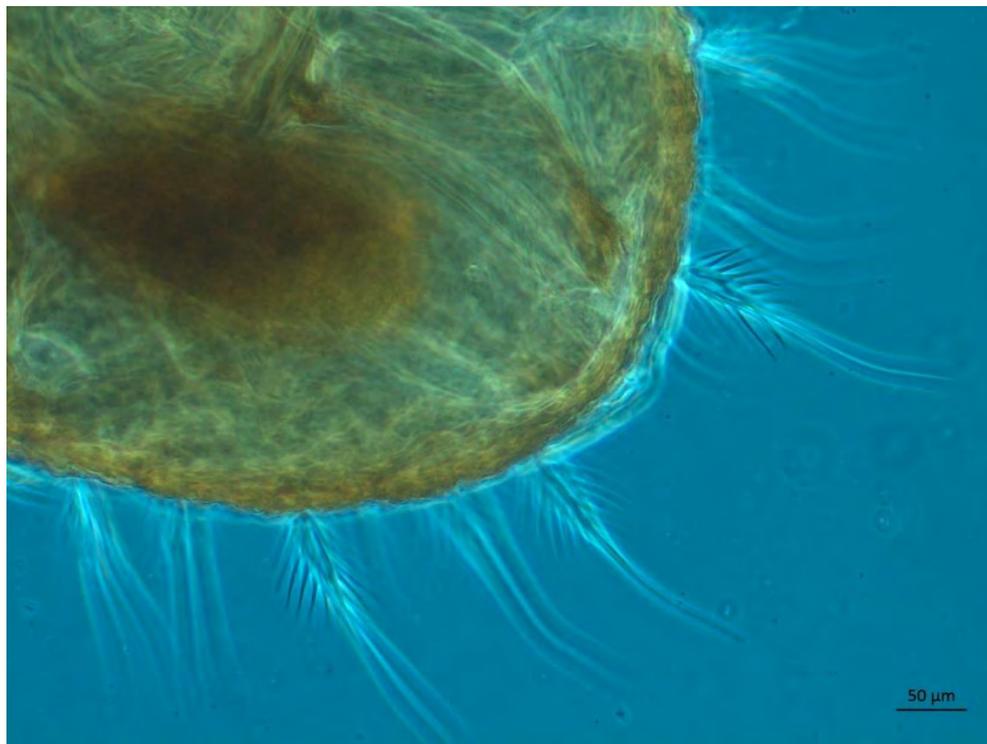


Figura 26.- Detalles de sedas de *Torpacarus omitens omitens*, Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.



Figura. 27.- *Plesiodamaeus tuberculatus*, Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.



Figura. 28.- Detalle de sensillae, *Reticulocepheus ca. aerolatus*, Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.



Figura 29.- *Acaroceras dechambrieri*, Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.

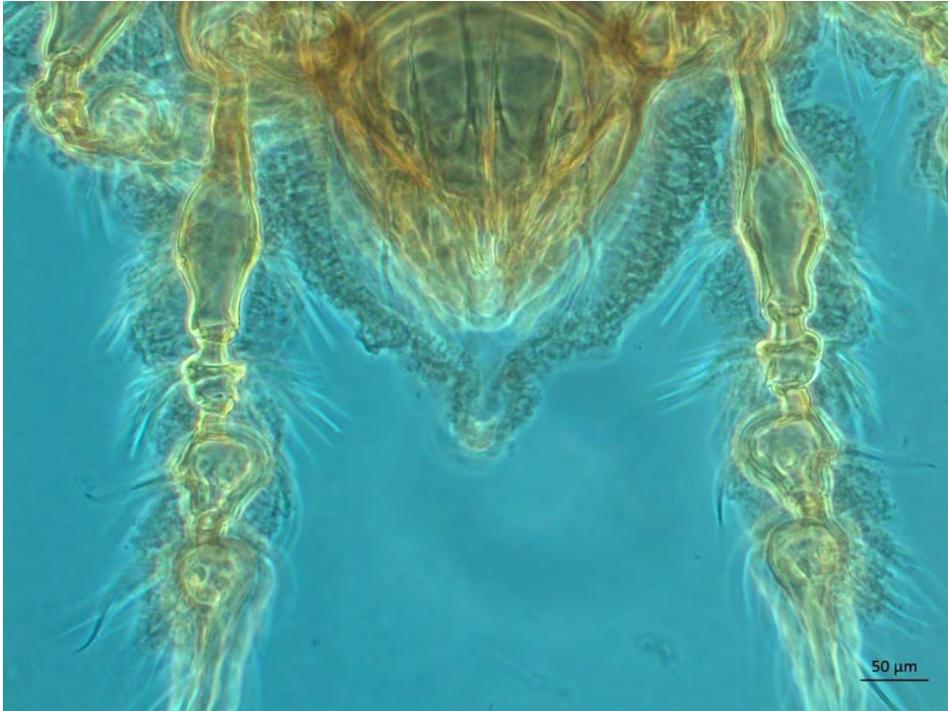


Figura 30.- *Basilobelba ca. insularis*, Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.



Figura 31.- *Beckiella borhidii*, Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.

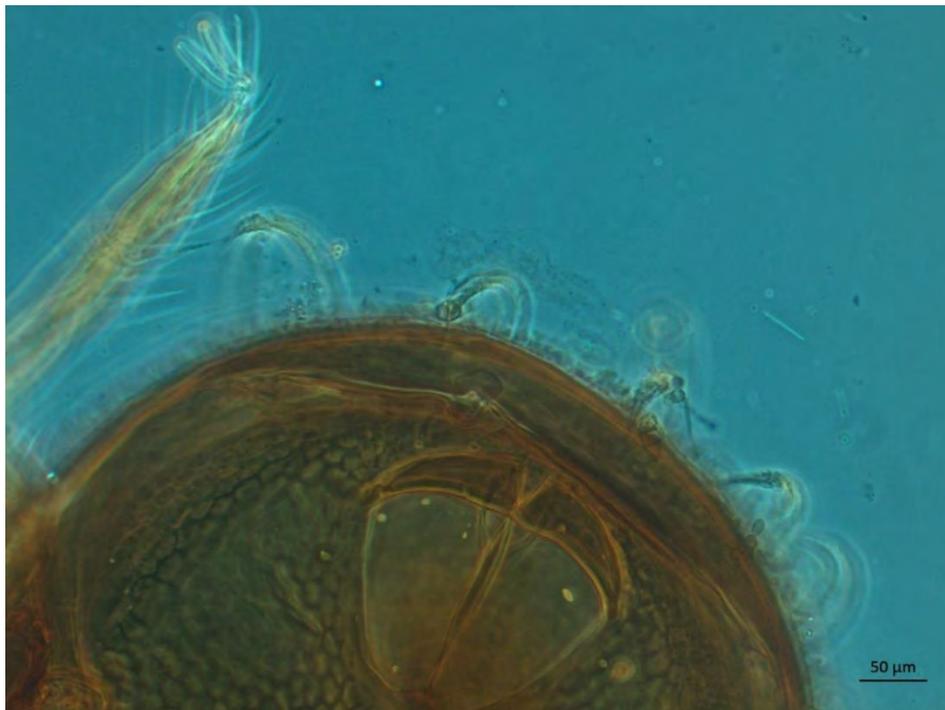


Figura 32.- Detalle de sedas, *Nasobates ca. spinosus*, Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.

**16.5 Figuras de Prostigmata**  
**(Fig. 33- 36)**

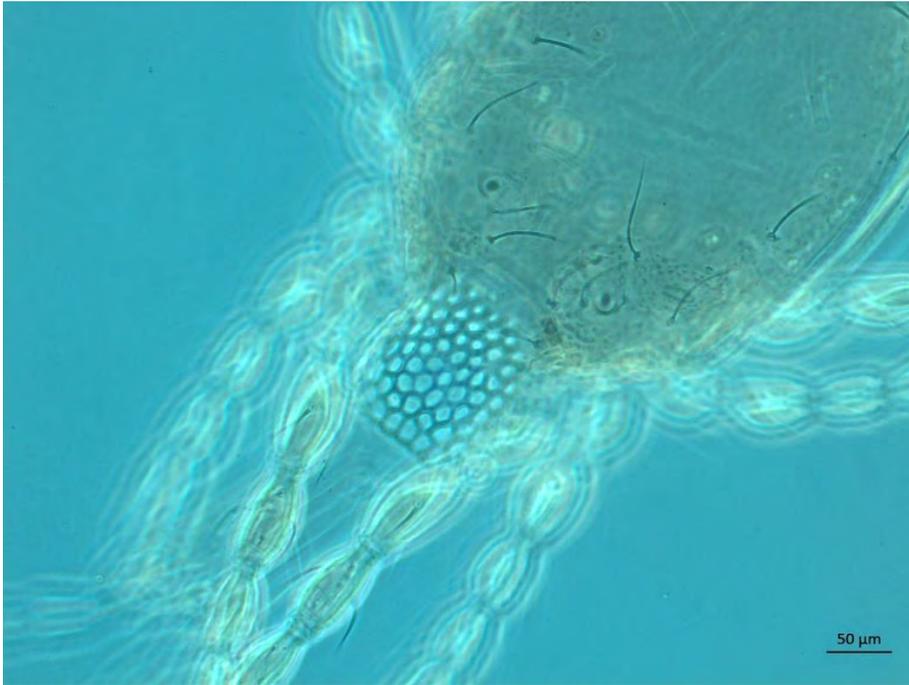


Figura 33.- *Cryptognathidae*, detalle ocellus y parte antero- dorsal. Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.

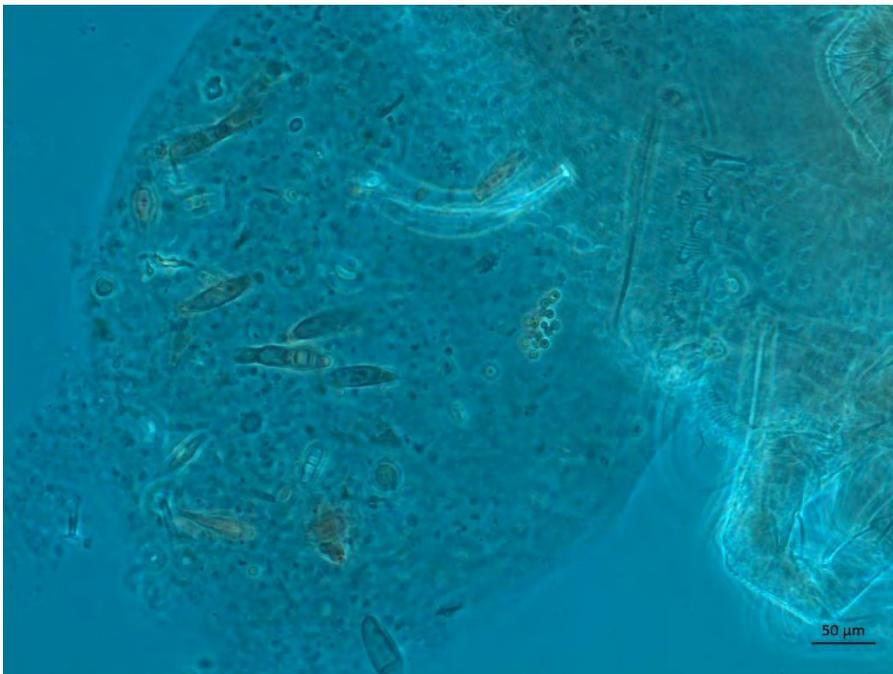


Figura 34.- *Grandjeanicidae*, con granos de polen. Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.



Figura 35.- *Trombidiidae*. Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.



Figura 36.- *Terpnacaridae*, Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.

**16.6 Figuras de Mesostigmata**  
**(Fig. 37-40)**



Figura 37. *Pyrosejus n. sp.* Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, Hernández, N.



Figura 38.- *Dinychus sp.* Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.

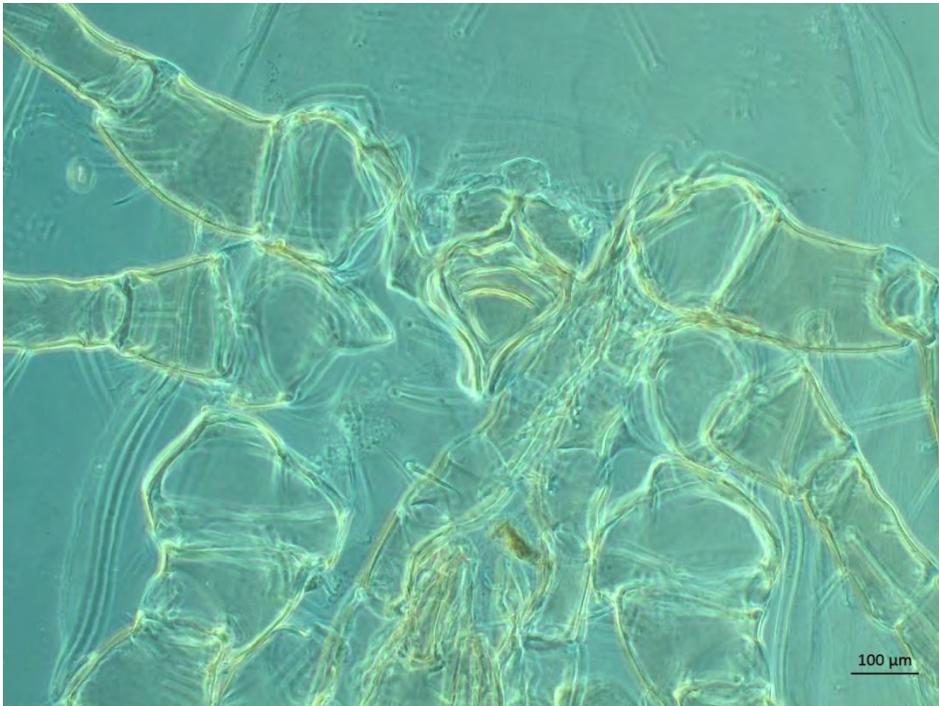


Figura 39.- Placa genital de hembra, *Parasitidae*, Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.

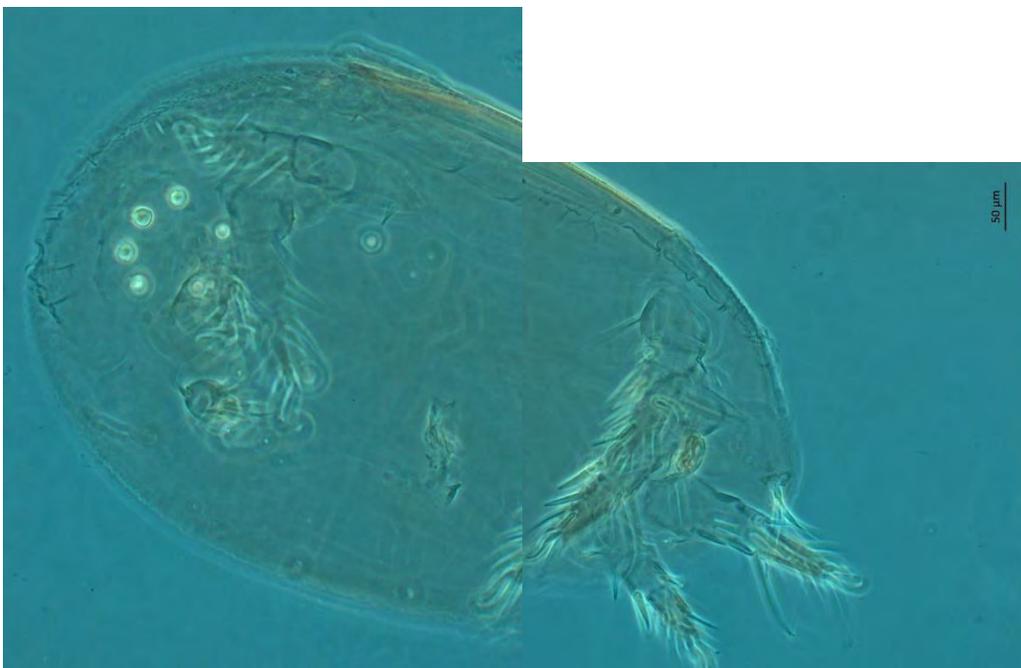


Figura 40.- *Hypoaspis* sp. Raudales, Q. Roo. Foto: Vázquez, M.M y Hernández, N.

## 17. Listado de especies en Raudales, Q. Roo (Tabla 11)

	Familias
<b>Collembola</b>	
	<b>Hypogastruridae</b>
	<b>Entomobryidae</b>
	<b>Isotomidae</b>
	<b>Sminthuridae</b>
<b>Prostigmata</b>	
	<b>Bdellidae</b>
	<i>Bdella</i> sp.
	<b>Caeculidae</b>
	<i>Caeculus</i> sp.
	<b>Cheyletidae</b>
	<i>Cheyletus</i> sp.
	<b>Cryptognathidae</b>
	<i>Cryptognathus</i> sp.
	<b>Cunaxidae</b>
	<i>Cunaxa</i> sp.
	<b>Eupodidae</b>
	<i>Eupodes</i> sp.
	<b>Grandjeanicidae</b>
	<i>Grandjeanicus</i> sp.
	<b>Lordalychidae</b>
	<i>Lordalychus</i> sp.
	<b>Nanorchestidae</b>
	<i>Nanorchestes</i> sp.
	<b>Scutacaridae</b>
	<i>Scutacarus</i> sp.
	<b>Stigmaeidae</b>
	<i>Stigmaeus</i> sp.
	<b>Terpnacaridae</b>
	<i>Terpnacarus</i> sp.
	<b>Trombidiidae</b>
	<i>Microtrombidium</i> sp.
	<i>Podotrombidium</i> sp.

<b>Mesostigmata</b>	
	<b>Ascidae</b>
	<i>Asca</i> sp.
	<b>Pachylaelapidae</b>
	<i>Pachylaelaps</i> sp.
	<b>Phytoseiidae</b>
	<i>Amblyseius</i> sp.
	<b>Pyrosejidae</b>
	<i>Pyrosejus</i> sp.1
	<i>Pyrosejus</i> sp. 2
	<b>Veigaiidae</b>
	<b>Podosinidae</b>
	<b>Trachyuropodidae</b>
	<i>Phymatodiscus</i> sp.
	<b>Trichouropodellidae</b>
	<i>Trichouropodella</i> sp.
	<b>Trigonuropodidae</b>
	<i>Trigonuropoda</i> sp.
	<b>Urodinychidae</b>
	<i>Uroobovella</i> sp.
	<b>Macrodinychidae</b>
	<i>Macrodinychus</i> sp.
	<b>Dinychidae</b>
	<i>Dinychus</i> sp.
	<b>Uropodidae</b>
	<i>Uropoda</i> sp
	<b>Ologamasidae</b>
	<b>Rodacaridae</b>
	<i>Rodacarus</i> sp.
	<b>Laelapidae</b>
	<i>Laelaps</i> sp.
	<i>Hypoaspis</i> sp.
	<b>Parasitidae</b>
	<b>Zerconidae</b>

<b>Cryptostigmata</b>	
	<b>Ctenacaridae</b>
	<i>Ctenacarus areanolla</i>
	<b>Brachychthoniidae</b>
	<i>Brachychthonius</i> sp.
	<b>Parhypochthoniidae</b>
	<i>Parhypochthonius</i> sp.
	<b>Mesoplophoridae</b>
	<b>Protoplophoridae</b>
	<i>Prototritia</i> ca. <i>glomerata</i>
	<b>Phthiracaridae</b>
	<i>Hoplophthiracarus dubius</i>
	<i>Hoplophorella fonseciai</i>
	<i>Hoplophorella kulczynski</i>
	<i>Holophorella</i> sp.
	<i>Perutriatia</i> sp.
	<b>Oribotritiidae</b>
	<i>Indotritia</i> sp.
	<b>Euphthiracaridae</b>
	<i>Brasilotritia</i> sp.1
	<i>Brasilotritia</i> sp.2
	<i>Notopithiracarus</i> sp.
	<i>Rhysotritia</i> ca. <i>clavata</i>
	<b>Hypochthoniidae</b>
	<i>Eohypochthonius</i> sp.
	<b>Sphaerochthoniidae</b>
	<i>Sphaerochthonius</i> sp.
	<b>Cosmochthoniidae</b>
	<i>Cosmochthonius lanatus foveolatusveolatus</i>
	<i>Cosmochthonius</i> sp.
	<b>Pterochthoniidae</b>
	<i>Ptherochthonius angelus</i>
	<i>Ptherochthonius</i> ca. <i>angelus</i>
	<b>Lohmanniidae</b>
	<i>Cryptacarus</i> ca. <i>promecus</i>
	<i>Mixacarus</i> sp.
	<i>Torpacarus omitens omitens</i>
	<i>Torpacarus callypigus</i>
	<i>Torpacarus omitens</i> ca. <i>paraguayensis</i>

	<b>Nothridae</b>
	<i>Nothrus crassisetosus</i>
	<b>Crotoniidae</b>
	<i>Crotonia</i> sp.
	<b>Trhypochthoniidae</b>
	<i>Allonothrus</i> ca. <i>neotropicus</i>
	<i>Allonothrus</i> ca. <i>russeolus</i>
	<i>Trypochthonius</i> ca. <i>tectorum</i>
	<i>Trypochthonius</i> sp.
	<b>Malaconothridae</b>
	<i>Malaconothrus hauseri</i>
	<i>Malaconothrus robustus</i>
	<i>Malaconothrus</i> sp.
	<b>Hermanniidae</b>
	<i>Galapacarus</i> sp.
	<b>Epilohmannidae</b>
	<b>Nanhermanniidae</b>
	<i>Cyrthermannia</i> sp.
	<b>Hermanniellidae</b>
	<i>Sacculobates horologiorum</i>
	<b>Plasmobatidae</b>
	<i>Plasmobates pagoda</i>
	<b>Liodidae</b>
	<i>Liodes</i> sp.1
	<i>Liodes</i> sp.2
	<i>Pereliodes intermedius</i>
	<i>Teleioliodes madininensis</i>
	<b>Gymnodamaeidae</b>
	<i>Astrodamaeus</i> ca. <i>trisetosus</i>
	<i>Astrodamaeus trisetosus</i>
	<i>Plesiodamaeus tuberculatus</i>
	<b>Plateremaeidae</b>
	<i>Plateremaeus costulatus</i>
	<i>Phereliodes intermedius</i>
	<b>Damaeidae</b>

	<b>Cepheidae</b>
	<i>Reticulocepheus ca. aerolatus</i>
	<i>Reticulocepheus ca. decouii</i>
	<i>Reticulocepheus</i> sp.
	<b>Microtegeidae</b>
	<b>Charassobatidae</b>
	<i>Charassobates baudi</i>
	<b>Microztidae</b>
	<i>Acaroceras dechambrieri</i>
	<i>Magoebazetes</i> sp.
	<i>Licnozetes</i> sp.
	<i>undulozetes ca. margaritatus</i>
	<b>Eremulidae</b>
	<i>Eremulus ca. hastatus</i>
	<i>Eremulus</i> sp.
	<b>Eremobelbidae</b>
	<i>Eremobelbaba piffli</i>
	<b>Basilobelbidae</b>
	<i>Basilobelba ca. insularis</i>
	<b>Xenillidae</b>
	<i>Xenillus ca. capitatus</i>
	<b>Liacaridae</b>
	<b>Carabodidae</b>
	<i>Carabodes</i> sp.
	<i>Cubabodes</i> sp.
	<i>klaperiches nigrisetosus</i>
	<i>Phylocarabodes ornatus</i>
	<i>Sphatolocepheus</i> sp.
	<b>Dampfiellidae</b>
	<i>Beckiella borhidii</i>
	<i>Beckiella</i> sp.
	<b>Oppiidae</b>
	<i>Amerioppia ca. minima</i>
	<b>Passalozetidae</b>
	<b>Xylobatidae</b>
	<i>Xylobates</i> sp.

	<b>Haplozetidae</b>
	<i>Rostrozetes</i> sp.
	<i>Setoxylobates</i> sp.
	<b>Nasobatidae</b>
	<i>Nasobates ca. spinosus</i>
	<i>Nasobates</i> sp.
	<b>Oripodidae</b>
	<i>Oripoda</i> sp.
	<b>Scheloribatidae</b>
	<i>Isquelorilibates ca. luminumus</i>
	<i>Scheloribates ca. rugosus</i>
	<i>Scheloribates elegantus</i>
	<b>Ceratozetidae</b>
	<i>Ceratozetes</i> sp.
	<i>Ceratozetes c.a gracilis</i>
	<i>Ceratozetes ca. undulatus</i>
	<b>Oribatellidae</b>
	<i>Ceratobates</i> sp.
	<i>Lamellobates</i> sp.
	<b>Archipteriidae</b>
	<b>Galumnidae</b>
	<i>Galumna</i> sp.1.
	<i>Pergalumna</i> sp1.
	<i>Pergalumna</i> sp2.
	<i>Ca. marginata</i>
	<i>Pergalumna ca. magnipora</i>
	<i>Pergalumna ca. parva</i> sp.
<b>Notostigmata</b>	<i>Pergalumna ca. plumata</i>
	<b>Opilioacaridae</b>
	<i>Neocarus</i> sp.1
	<i>Neocarus</i> sp.2