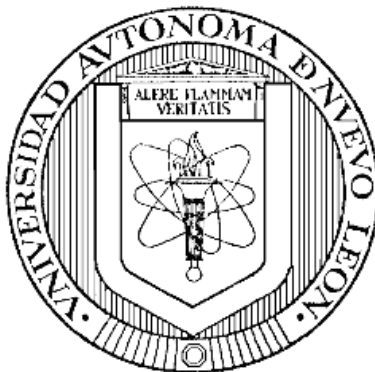


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**VARIACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE ARÁCNIDOS DE
SUELO SEGÚN LA ALTITUD, TIPO DE VEGETACIÓN,
ESTACIONALIDAD Y PERTURBACIÓN HUMANA EN LA
RESERVA DE LA BIÓSFERA “EL CIELO”, TAMAULIPAS, MÉXICO**

Tesis presentada por:

JUAN MANUEL DE LUNA GONZÁLEZ

Como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS

CON ORIENTACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

LINARES, NUEVO LEÓN, MÉXICO

DICIEMBRE 2022

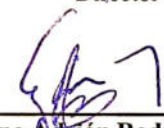
**VARIACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE ARÁCNIDOS DE SUELO SEGÚN LA
ALTITUD, TIPO DE VEGETACIÓN, ESTACIONALIDAD Y PERTURBACIÓN
HUMANA EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA “EL CIELO”,
TAMAULIPAS, MÉXICO**

Comité de tesis:



Dr. Luis Gerardo Cuéllar Rodríguez

Director



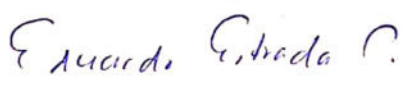
Dr. Gabino Adrián Rodríguez Almaráz

Director Externo



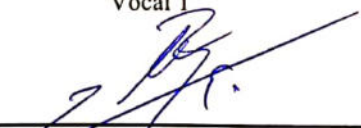
Dr. Enrique Jurado Ybarra

Secretario



Dr. Andrés Eduardo Estrada Castellón

Vocal I



Dr. Eduardo Alanís Rodríguez

Vocal II

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por darme la oportunidad de realizar mis estudios de doctorado.

A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León y su cuerpo de profesores, por ayudar a forjarme.

Al Ing. Enrique Nava Hinojosa por permitirnos usar las instalaciones del parque, así como a Josué, Javier, Mario y Santiago por su apoyo.

A mis amigos y parte de mi familia, por su constante apoyo.

A Roberto, por siempre estar a mi lado.

RESUMEN

El presente estudio enfocado a la abundancia de los arácnidos de suelo (Arachnida ex Acari) se llevó a cabo en la Reserva de la Biósfera “El Cielo” en el municipio de Gómez Farías, Tamaulipas, México. Se dispusieron 480 trampas *Pitfall* entre cuatro estratos vegetales (bosque tropical [BT], bosque de encino [BE], bosque de pino [BP] y bosque mesófilo de montaña [BM]) ubicados en tres diferentes rangos de altitud (200–866msnm [bajo], 867–1532msnm [medio] y 1533–2200msnm [alto]); la mitad de las trampas para cada estrato vegetal fueron ubicadas en zonas con perturbación antrópica mientras que el resto se ubicó en áreas sin señales de esta; los muestreos fueron hechos una vez al mes por todo un año (de octubre de 2020 a septiembre de 2021) para así obtener una muestra de todas las estaciones. El resultado de las recolectas fue de 6856 ejemplares pertenecientes a cinco órdenes de arácnidos: Opiliones fue el orden más abundante, representado por 4664 ejemplares (~68.0%) pertenecientes a cuatro familias y cinco morfoespecies, esto lo hace el segundo orden más diverso en el estudio. Araneae fue el segundo orden más abundante, representado por 2182 ejemplares (~31.8%), y el más diverso, con 34 familias y 80 morfoespecies. Los órdenes Amblypygi, Pseudoscorpiones y Thelyphonida fueron representados por uno, tres, y cinco ejemplares (~0.2%), respectivamente, pertenecientes a tres familias y tres morfoespecies. Los análisis estadísticos no mostraron diferencia significativa entre las zonas perturbadas y conservadas de ningún estrato vegetal o en la muestra en general; hubo una diferencia significativa entre los rangos de altitud bajo y medio, así como bajo y alto, mas no entre los rangos medio y alto; hubo una alta diferencia significativa entre las estaciones, especialmente entre la primavera y el verano, así como la primavera y el invierno. La acción de monitoreo desarrollada conllevó a que se detectara a la especie exótica *Menemerus bivittatus* Dufour, 1831 (Salticidae) en todos los puntos perturbados en algún momento del año, mas no así en los puntos conservados, por lo que se propone su presencia como un indicador de perturbación antrópica.

ABSTRACT

The present study on the abundance of soil arachnids (Arachnida ex Acari) was carried out in the "El Cielo" Biosphere Reserve in the municipality of Gomez Farias, Tamaulipas, Mexico. A total of 480 *Pitfall* traps were dispatched between four plant strata (tropical forest [BT], oak forest [BE], pine forest [BP] and montane cloud forest [BM]) located in three different altitude ranges (200–866masl [low], 867–1532masl [medium] and 1533–2200masl [high]); half of the traps for each plant stratum were located in areas with anthropic disturbance while the rest was located in areas without signs of this; the sampling events were carried out once a month for a whole year (October 2020 to September 2021) in order to obtain a sample from all seasons. This resulted in the collection of 6856 specimens belonging to five orders of arachnids: Opiliones was the most abundant order, represented by 4664 specimens (~68.0%) belonging to four families and five morphospecies, making it the second most diverse order in the study. Araneae was the second most abundant, represented by 2182 specimens (~31.8%) in 34 families and 80 morphospecies, making it the most diverse order in the study. The orders Amblypygi, Pseudoscorpiones and Thelyphonida were represented by one, three, and five specimens (~0.2), respectively, belonging to three families and three morphospecies. Statistical analyzes showed no significant difference between the disturbed and conserved areas among the plant strata or in the sample in general; there was a significant difference between the low and medium altitude ranges, as well as low and high, but not between medium and high; there was a high significant difference between the seasons, especially between spring and summer, as well as spring and winter. The monitoring effort led to the detection of an exotic species, *Menemerus bivittatus* Dufour, 1831 (Salticidae), in all disturbed points in some point of the year, but not in the conserved points, so its presence is proposed as an indicator of anthropogenic disturbance.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
3. OBJETIVO DEL TRABAJO	3
3.1 Objetivos generales	3
3.2 Objetivos específicos	3
4. HIPÓTESIS	4
5. MATERIAL Y MÉTODOS	5
5.1 Área de estudio	7
5.2 Trabajo de campo	5
5.2.1 Características del muestreo	5
5.2.2 Sitios de muestreo	6
5.2.2.1 Bosque tropical subcaducifolio [BT]	6
5.2.2.2 Bosque de encino [BE]	8
5.2.2.3 Bosque de pino [BP]	10
5.2.2.4 Bosque mesófilo de montaña [BM]	12
5.2.3 Técnica de recolecta y obtención de muestra	13
5.3 Trabajo de laboratorio	15
5.3.1 Procesamiento de la muestra	15
5.3.2 Identificación y curación	16
5.3.3 Base de datos	17
5.4 Análisis estadístico	17
6. RESULTADOS	18
6.1 Abundancia de arácnidos de suelo entre los tipos de vegetación	18
6.1.1 Bosque Tropical (BT)	19
6.1.2 Bosque de Encino (BE)	20
6.1.3 Bosque de Pino (BP)	21
6.1.4 Bosque Mesófilo de Montaña (BM)	22
6.2 Abundancia estacional de los arácnidos de suelo	23
6.3 Abundancia de arácnidos de suelo entre rangos de altitud	26

6.4 Abundancia de arácnidos de suelo en áreas con y sin perturbación antrópica	28
6.5 Arácnidos encontrados	29
6.5.1 Orden AMBLYPYGI Thorell, 1883 (Tendarapos)	29
6.5.1.1 Familia Phrynidae Thorell, 1883	29
6.1.2 Orden ARANEAE Clerck, 1757	32
6.5.2.1 Familia Agelenidae C.L. Koch, 1837	34
6.5.2.2 Familia Anyphaenidae Bertkau, 1878	34
6.5.2.3 Familia Araneidae Clerck, 1757	34
6.5.2.4 Familia Cheiracanthiidae Wagner, 1887	35
6.5.2.5 Familia Corinnidae Karsch, 1880	35
6.5.2.6 Familia Ctenidae Keyserling, 1877	36
6.5.2.7 Familia Dictynidae O. Pickard-Cambridge, 1871	36
6.5.2.8 Familia Euagridae Raven, 1979	36
6.5.2.9 Familia Euctenizidae Raven, 1985	37
6.5.2.10 Familia Gnaphosidae Banks, 1892	37
6.5.2.11 Familia Halonoproctidae Pocock, 1901	38
6.5.2.12 Familia Hersiliidae Thorell, 1869	38
6.5.2.13 Familia Linyphiidae Blackwall, 1859	38
6.5.2.14 Familia Liocranidae Simon, 1897	39
6.5.2.15 Familia Lycosidae Sundevall, 1833	39
6.5.2.16 Familia Miturgidae Simon, 1886	40
6.5.2.17 Familia Nemesiidae Simon, 1889	40
6.5.2.18 Familia Oxyopidae Thorell, 1869	40
6.5.2.19 Familia Philodromidae Thorell, 1870	41
6.5.2.20 Familia Pholcidae C.L. Koch, 1850	41
6.5.2.21 Familia Phrurolithidae Banks, 1892	42
6.5.2.22 Familia Plectreuridae Simon, 1893	42
6.5.2.23 Familia Pisauridae Simon, 1890	42
6.5.2.24 Familia Salticidae Blackwall, 1841	43
6.5.2.25 Familia Scytodidae Blackwall, 1864	43

6.5.2.26 Familia Segestriidae Simon, 1893	44
6.5.2.27 Familia Sparassidae Bertkau, 1872	44
6.5.2.28 Familia Tetragnathidae Menge, 1866	44
6.5.2.29 Familia Theraphosidae Thorell, 1869	45
6.5.2.30 Familia Theridiidae Sundevall, 1833	45
6.5.2.31 Familia Thomisidae Sundevall, 1833	46
6.5.2.32 Familia Trachelidae Simon, 1897	46
6.5.2.33 Familia Zodariidae Thorell, 1881	46
6.5.2.34 Familia Zoropsidae Bertkau, 1882	47
6.1.3 OPILIONES Sundevall, 1833	48
6.1.2.1 Familia Cosmetidae C.L. Koch, 1839	49
6.1.2.2 Familia Nemastomatidae Simon, 1872	50
6.1.2.3 Familia Stygnopsidae Sørensen, 1932	51
6.1.2.4 Familia Sclerostomatidae Simon, 1879	52
6.1.4 PSEUDOSCORPIONES Sundevall, 1833	53
6.1.3.1 Familia Cheliferidae Risso, 1826	53
6.1.5 THELYPHONIDA O.P. Cambridge, 1872	55
6.1.5.1. Familia Thelyphonidae Lucas, 1835	55
7. DISCUSIÓN	57
7.1 Arácnidos en general	57
7.2 Interacción con estratos vegetales y altitud	60
7.3 Interacción con perturbación	62
7.4 Publicaciones realizadas en el área de estudio durante el muestreo de arácnidos	64
7.5 Implicaciones de manejo	65
9. CONCLUSIONES	67
10. BIBLIOGRAFÍA	68
11. Anexo I. Clave para las familias de Araneae de México	77
12. Anexo II. Clave para las familias de Opiliones de Norteamérica	97
13. Anexo III. Publicaciones que derivaron de esta investigación	100

FIGURAS

Figura y explicación	Página
Figura 1. Esquema básico de una trampa de caída o <i>Pitfall</i> . A, Suelo, hojarasca y organismos que habitan el suelo. B, boca del recipiente. C, líquido preservador (agua con anticongelante) con varios arácnidos ya capturados.	13
Figura 2. Trampa de caída siendo preparada (líquido verde es el agua con anticongelante).	14
Figura 3. Diagrama que muestra el arreglo de cada trampa en un punto de colecta. Los triángulos rojos marcan el punto donde cada recipiente será colocado.	14
Figura 4. Bolsa con muestra de un punto, mostrando su respectiva etiqueta, lista para ser analizada.	15
Figura 5. Separando la muestra. A, ejemplares pequeños fueron separados con la ayuda de un microscopio estereoscópico. B, ejemplares grandes pudieron ser fácilmente ser separados de la muestra.	16
Figura 6. Algunos materiales. A, cámara Sony α6000. B, claves de identificación.	16
Figura 7. Tabla de Microsoft Excel con parte de una base de datos.	17
Figura 8. Abundancia de arácnidos de suelo según las estaciones, tomando en consideración todos los estratos vegetales (azul = BM, verde = BE, amarillo = BP, rojo = BT).	25
Figura 9. Morfología general de un tendarapo (Amblypygi: Phrynidae: <i>Acanthophrynus coronatus</i>). I, II, III, y IV corresponden a las patas; pp a los pedipalpos; q a los quelíceros; pr al prosoma; y op al opistosoma. Tomada de Pocock (1902).	30
Figura 10. Ejemplar colectado de <i>Paraphrynus pococki</i> (Phrynidae), típico representante del orden Amblypygi.	31

Figura 11. Morfología general de una araña (Araneae: Dysderidae: <i>Dysdera crocata</i>). I, II, III, y IV corresponden a las patas; pp corresponde a los pedipalpos; pr al prosoma; op al opistosoma; h a las hileras; q a los quelíceros; p al pedicelo. Tomada de Jocque y Dippenaar-Schoemann (2007).	32
Figura 12. Ejemplar colectado de <i>Kibramoa</i> sp. (Plectreuridae), típico representante del orden Araneae.	33
Figura 13. Morfología general de un segador (Opiliones: Sclerosomatidae: <i>Eumesosoma roeweri</i>). I, II, III, y IV corresponden a las patas; pp corresponde a los pedipalpos; pr corresponde al prosoma; op al opistosoma. Tomada de Cokendolpher y Lee (1993).	48
Figura 14. Un par de ejemplares de <i>C. triangulata</i> . Izquierda el macho, derecha la hembra.	49
Figura 15. Un par de ejemplares de <i>T. ranchonuevo</i> . Vista lateral en la izquierda y dorsal en la derecha	50
Figura 16. Ejemplar colectado de Stygnopsidae.	51
Figura 17. Dos ejemplares de la familia Sclerosomatidae. <i>Leiobunum</i> cf. <i>vittatum</i> a la izquierda y <i>Leiobunum</i> cf. <i>viridorsum</i> a la derecha.	52
Figura 18. Morfología general de un falso alacrán (Pseudoscorpiones: Cheliferidae: <i>Aspurochelifer littlefieldi</i>). I, II, III, y IV corresponden a las patas; pp corresponde a los pedipalpos; pr corresponde al prosoma; op al opistosoma; y q a los quelíceros. Tomada de Benedict y Malcolm (1979).	54
Figura 19. Un par de ejemplares de falsos alacranes recolectados.	54
Figura 20. Morfología general de un vinagrillo (Thelyphonida: Thelyphonidae: <i>Mastigoproctus cinteotl</i>). I, II, III, y IV corresponden a las patas; pp corresponde a los pedipalpos; pr corresponde al prosoma; op al opistosoma; y fc al flagelo caudal. Tomada de Pocock (1902).	56

TABLAS

Figura y explicación	Página
Tabla 1. Coordenadas y altura de los puntos conservados del BT.	6
Tabla 2. Coordenadas y altura de los puntos perturbados del BT.	7
Tabla 3. Coordenadas y altura de los puntos conservados del BE.	8
Tabla 4. Coordenadas y altura de los puntos perturbados del BE.	9
Tabla 5. Coordenadas y altura de los puntos conservados del BP.	10
Tabla 6. Coordenadas y altura de los puntos perturbados del BC.	11
Tabla 7. Coordenadas y altura de los puntos conservados del BM.	12
Tabla 8. Coordenadas y altura de los puntos perturbados del BM.	12
Tabla 9. Comparación por pares. Cada fila prueba que la hipótesis nula que ambas muestras tienen la misma distribución. El valor de la significancia es 0.05. Los valores de la significancia fueron ajustados por la corrección de Bonferroni para múltiples pruebas. Muestras: 1 = Mesófilo, 2 = Pino, 3 = Encino, 4= Tropical.	18
Tabla 10. Pruebas no paramétricas. El valor de la significancia es 0.05.	18
Tabla 11. Prueba de normalidad. ^a Corrección de significancia de Lilliefors. Se usaron pruebas no paramétricas debido a que la zona conservada tiene distribución normal y la perturbada no. Muestras: 1 = conservado, 2 = perturbado.	19
Tabla 12. Pruebas no paramétricas. El valor de la significancia es 0.05.	19
Tabla 13. Prueba de normalidad. ^a Corrección de significancia de Lilliefors. Se usaron pruebas no paramétricas debido a que la zona conservada tiene distribución normal y la perturbada no. Muestras: 1 = conservado, 2 = perturbado.	20
Tabla 14. Pruebas no paramétricas. El valor de la significancia es 0.05.	20

Tabla 15. Prueba de normalidad. ^a Corrección de significancia de Lilliefors. Ambos sets de datos tienen distribución normal. Muestras: 1 = conservado, 2 = perturbado.	21
Tabla 16. Prueba de muestras independientes.	21
Tabla 17. Prueba de normalidad. ^a Corrección de significancia de Lilliefors. Muestras: 1 = conservado, 2 = perturbado.	22
Tabla 18. Pruebas no paramétricas. El valor de la significancia es 0.05.	22
Tabla 19. Prueba de normalidad. ^a Corrección de significancia de Lilliefors. Muestras: 1 = Primavera, 2 = Verano, 3 = Otoño, 4 = Invierno.	23
Tabla 20. Pruebas no paramétricas. El valor de la significancia es 0.05.	23
Tabla 21. Comparación por pares. Cada fila prueba que la hipótesis nula que ambas muestras tienen la misma distribución. El valor de la significancia es 0.05. Los valores de la significancia fueron ajustados por la corrección de Bonferroni para múltiples pruebas. Hay una alta diferencia significativa entre estaciones.	24
Tabla 22. Prueba de normalidad. ^a Corrección de significancia de Lilliefors. La distribución de las muestras no es normal. Muestras: 1 = Alta, 2 = Media, 3 = Baja.	26
Tabla 23. Comparación por pares. Cada fila prueba que la hipótesis nula que ambas muestras tienen la misma distribución. El valor de la significancia es 0.05. Los valores de la significancia fueron ajustados por la corrección de Bonferroni para múltiples pruebas. Existe una diferencia significativa entre los rangos bajo y medio así como y bajo y alto, mas no existe diferencia entre los rangos medio y alto.	26
Tabla 24. Pruebas no paramétricas. El valor de la significancia es 0.05. Existe una diferencia paramétrica entre los rangos altitudinales.	27

Tabla 25. Prueba de normalidad. ^a Corrección de significancia de Lilliefors. La distribución de ambas muestras no es normal	28
Tabla 26. Pruebas no paramétricas. El valor de la significancia es 0.05. No hay diferencia estadística significativa entre las zonas conservadas y perturbadas de todos los estratos vegetales.	28

1. INTRODUCCIÓN

Los artrópodos son parte funcional de las cadenas tróficas que se desarrollan en los suelos; el entender su función, diversidad y periodos de actividad son esenciales para entender el ecosistema en el que habitan. Dentro de las cadenas tróficas de los suelos y el sotobosque, es posible identificar a los arácnidos como depredadores, así como en algunos casos, como carroñeros (Dondale 1990).

Identificar los patrones y determinantes de la riqueza de la biodiversidad es vital y de importancia fundamental para el manejo y la preservación de la diversidad biológica del suelo (Bardgett 2002). La disminución de la riqueza de las especies con el incremento de la altitud (Sánchez-Ramos *et al.* 1999) y perturbación humana (Reta-Heredia *et al.* 2018) es aceptada como un patrón general así como la asociación de ciertas comunidades de artrópodos a determinados tipos de vegetación (Salman y Blaustein 2018).

Debido a que su diversidad y densidad responden a cambios en los ecosistemas, los arácnidos han sido considerados como indicadores de la calidad de hábitat (Bell *et al.* 1999; Ávalos *et al.* 2007; Bragagnolo *et al.* 2007). La ventaja que tienen sobre otros organismos indicadores es su alta diversidad, su presencia continua a lo largo del año y su facilidad de colecta (Wilett, 2001; Reta-Heredia *et al.* 2018).

La clase Arachnida, acorde a Ballesteros y Sharma (2019), se encuentra conformada por trece órdenes de artrópodos quelicerados, los cuales, con la obvia excepción de las cacerolas marinas (Xiphosura), pueden ser encontrados en los distintos hábitats terrestres de México (Hoffmann 2003; Beccaloni 2009).

La finalidad del presente estudio fue analizar la abundancia de los arácnidos del suelo (Arachnida ex Acari) en la Reserva de la Biósfera “El Cielo”, municipio de Gómez Farías, estado de Tamaulipas, México, tomando en cuenta cuatro estratos de vegetación (Bosque Tropical, Bosque de Encino, Bosque de Pino y Bosque Mesófilo de Montaña), las cuatro estaciones propias de la región Neártica (Primavera, Verano, Otoño e Invierno), tres rangos altitudinales (de 666m cada uno) y la presencia o ausencia de perturbación humana (zonas conservadas y perturbadas).

2. ANTECEDENTES

La Reserva de la Biósfera "El Cielo" (RBEC) es considerada un área natural con una riqueza biológica excepcional. En 1965, el propietario de "Rancho El Cielo" destinó las 25 hectáreas del parque para su estudio y conservación por el Texas Southmost College (Gobierno del estado de Tamaulipas e Instituto de Ecología Aplicada UAT 2013).

En la década de los 80's, investigadores propusieron el esquema de Reserva de la Biósfera para el área y el 13 de julio de 1983, el Gobierno del estado de Tamaulipas expidió un decreto del Área Ecológica Protegida con la categoría de Reserva de la Biósfera denominada "El Cielo". La RBEC cuenta con una superficie de 144,530.05 hectáreas, integradas por parte del territorio de los municipios de Gómez Farías, Jaumave, Llera y Ocampo (Gobierno del estado de Tamaulipas e Instituto de Ecología Aplicada UAT 2013). En 1996 se publicó el Plan de Manejo Integral de la RBEC con la finalidad de establecer las bases para la operación de esta área protegida, visualizando su problemática y ajustándola a la legislación vigente en materia de ecología (Gobierno del estado de Tamaulipas e Instituto de Ecología Aplicada UAT 2013).

Posteriormente, los autores Sánchez-Ramos *et. al.* (2005) editaron un libro sobre la historia natural de la RBEC, el cual incluyó capítulos para varios grupos de invertebrados, en cuanto a los artrópodos, los capítulos trataron exclusivamente de hexápodos, dejando de lado la diversidad de arácnidos y otros artrópodos que existe en la reserva.

No sería sino hasta 13 años después que Ramírez-García (2018) realizaría el primer estudio sobre la diversidad de arácnidos en la RBEC, enfocándose en el grupo de las arañas; sus resultados, que hasta la fecha no han sido publicados formalmente, mostraron 136 morfoespecies agrupadas en 91 géneros y 31 familias, presentando 32 nuevos registros para Tamaulipas; un resultado impresionante considerando que en dicho estudio se recolectó en total un número muy reducido de ejemplares (250) durante todo un año de recolecta manual.

3. OBJETIVO

3.1 Objetivos generales.

- Evaluar como la altitud, el tipo de vegetación, la estacionalidad, y la perturbación humana, influyen en la abundancia de arácnidos de suelo en la Reserva de la Biósfera “El Cielo”.
- Identificar especies asociadas con las perturbaciones antrópicas.

3.2 Objetivos específicos

1. Comparar la abundancia de arácnidos de suelo entre los tipos de vegetación.
2. Comparar la abundancia estacional de los arácnidos de suelo.
3. Comparar la abundancia de arácnidos de suelo entre tres rangos de altitud.
4. Comparar la abundancia de arácnidos de suelo en áreas con y sin perturbación antrópica.

4. HIPÓTESIS

1. La abundancia de arácnidos de suelo es mayor en el bosque mesófilo de montaña.
2. La abundancia de arácnidos de suelo es mayor en el rango medio de altitud.
3. Las especies de arácnidos de suelo tienen una mayor abundancia durante los meses de primavera.
4. La diversidad de especies de arácnidos nativos será mayor en puntos conservados.
5. La diversidad de especies de arácnidos introducidos será mayor en puntos perturbados.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Área de estudio

La RBEC cuenta con una extensión de 144,530ha y se encuentra en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental conocidas como Sierra de Cucharas y Sierra Chiquita, esto en los municipios de Gómez Farías, Ocampo, Jaumave y Llera en el estado de Tamaulipas que se ubica en el noreste de México; las coordenadas extremas son 22°55'30"N, 23°25'50"N y 99°05'50"O, 99°26'30"O (Gómez-Pompa y Dirzo, 1995).

Se utilizó el criterio de Gómez-Pompa y Dirzo (1995) para la definición de los tipos de vegetación: **bosque tropical** (BT), **bosque mesófilo de montaña** (BM), **bosque de encino** (BE) y **bosque de pino** (BP).

5.2 Trabajo de campo

5.2.1 Características del muestreo

Para comparar la abundancia de arácnidos entre los tipos de **vegetación** se establecieron 10 transectos de 20m² para cada tipo de bosque, dando un total de 40 puntos de colecta. Los transectos se ubicaron a más de 5m de distancia entre uno y otro; al ser designado, se tomaron las coordenadas y la altura del punto con un dispositivo GPS GARMIN inReach EXPLORER+.

Para comparar la abundancia de arácnidos entre tres rangos de **altitud** (Bajo = 200-866msnm, Medio = 867-1532msnm y Alto: 1533-2200msnm), los puntos de BT se establecieron a 352-374 msnm (Bajo), los de BE a 1339-1370 msnm (Medio), los de BP a 1332-1336 msnm (Medio) y finalmente los de BM a 1727-1732 (Alto).

Para comparar la abundancia de arácnidos entre áreas **perturbadas y conservadas**, cinco de los 10 transectos de cada tipo de vegetación fueron situados en zonas con perturbación antrópica, mientras que los otros cinco fueron situados más de 20m de distancia de las zonas perturbadas.

Para comparar la abundancia de arácnidos entre las **estaciones**, el muestreo fue anual, visitando cada punto con una frecuencia aproximada de 30 días.

5.2.2 Sitios de muestreo

5.2.2.1 Bosque tropical subcaducifolio [BT] Tablas 1 y 2.

La zona elegida para situar los puntos conservados del BT fue cerca del Centro Interpretativo Ecológico (CIE) por un camino que conducía a dos nopaleras alrededor de 1km del CIE. En esta zona no se observaron especies de plantas exóticas o de ornato a 20m a la redonda de ninguno de los puntos, no se vieron señales de tala y tampoco se encontró ninguna especie de fauna exótica durante la primera visita de prospección (septiembre 2020). El único signo de perturbación encontrado es el camino no pavimentado; el tráfico por personas y vehículos (motocicletas) es mínimo, siendo limitado a los propietarios de las nopaleras que visitan para desyerbarlas y cosechar, esto de dos a tres veces al año.

Tabla 1. Coordenadas y altura de los puntos conservados del BT.

Punto	Coordenadas N		Coordenadas W		Altura
	G°M'S'	Decimales	G°M'S'	Decimales	
1-C-BT	23°4'3.45''	23.0676	99°10'10.06''	-99.1694	375 msnm
2-C-BT	23°4'3.28''	23.0675	99°10'9.96''	-99.1694	374 msnm
3-C-BT	23°4'3.60''	23.0676	99°10'9.90''	-99.1694	374 msnm
4-C-BT	23°4'3.25''	23.0675	99°10'9.34''	-99.1690	370 msnm
5-C-BT	23°4'3.15''	23.0675	99°10'8.69''	-99.1690	368 msnm

La zona elegida para situar los puntos perturbados del BT fue el jardín frontal del CIE, este se encuentra completamente desprovisto de vegetación autóctona, los tres árboles grandes presentes son de la especie *Delonix regia* nativo de la isla de Madagascar y los arbustos adyacentes son de las especies *Codiaeum variegatum* nativos del sudeste asiático. Durante tres días de muestreo preliminar a colocar las trampas se detectó la presencia de *Rattus norvegicus*, *Felis catus* y *Canis familiaris* ferales en los alrededores de esta zona, así como de los siguientes invertebrados: *Periplaneta americana*, *Periplaneta australasiae* y *Pycnoscelus surinamensis* (cucarachas), *Asiomorpha coarctata*, *Chondromorpha xanthotricha* y *Oxidus gracilis* (milpiés), *Sarasinula plebeia* (molusco) y *Cubaris murina*

(crustáceo) los cuales fueron encontrados tras varias horas de observación directa. El camino adyacente se encuentra pavimentado y tiene cercanía con una pared de concreto del CIE; es uno de los dos medios principales para subir a las comunidades de Alta Cima y San José el cual no requiere de tracción de tipo 4x4. El tráfico aproximado es de 5 a 10 vehículos diarios (motocicletas, automóviles y camionetas), pero se observó que el número podía hasta triplicarse los fines de semana, cuando hay más afluencia de visitantes.

Tabla 2. Coordenadas y altura de los puntos perturbados del BT.

Punto	Coordenadas N		Coordenadas W		Altura
	G°M'S'	Decimales	G°M'S'	Decimales	
6-P-BT	23°3'55.8''	23.0655	99°10'6.59''	-99.1684	352 msnm
7-P-BT	23°3'56.13''	23.0655	99°10'6.93''	-99.1685	355 msnm
8-P-BT	23°3'56.63''	23.0657	99°10'6.81''	-99.1685	354 msnm
9-P-BT	23°3'56.92''	23.0658	99°10'6.87''	-99.1685	356 msnm
10-P-BT	23°3'57.06''	23.0658	99°10'6.46''	-99.1684	351 msnm

La zona elegida para situar los puntos perturbados del BT fue el jardín frontal del CIE, signos de perturbación incluyen (1) la presencia de plantas exóticas y de ornato (2) y el tráfico frecuente por personas y vehículos (motocicletas y automóviles).

5.2.2.2 Bosque de encino [BE] Tablas 2 y 3.

La zona elegida para situar los puntos conservados del BE fue pasando el ejido “Alta Cima”, en un punto llamado “La Piedra Verde”, durante la visita de prospección en septiembre de 2022 no se observaron señales de perturbación en este sitio a pesar de que es una parada habitual para los turistas. No hubo evidencia de tala o de erosión del suelo, el mantillo era abundante, y tampoco se notó la presencia de especies exóticas.

Tabla 3. Coordenadas y altura de los puntos conservados del BE.

Punto	Coordenadas N		Coordenadas W		Altura
	G°M'S'	Decimales	G°M'S'	Decimales	
1-C-BE	23°3'39.26''	23.0609	99°12'55.56''	-99.2159	1339 msnm
2-C-BE	23°3'38.57''	23.0607	99°12'57.43''	-99.2159	1346 msnm
3-C-BE	23°3'38.85''	23.0607	99°12'57.57''	-99.2159	1346 msnm
4-C-BE	23°3'38.61''	23.0607	99°12'57.53''	-99.2159	1346 msnm
5-C-BE	23°3'39.29''	23.0609	99°12'56.86''	-99.2157	1346 msnm

La zona elegida para situar los puntos perturbados del BE fue uno donde se habían talado los encinos de gran tamaño, dejando solo los de poco grosor, así como otras especies vegetales como *Liquidambar styraciflua*, que es una especie heliófila. Durante la prospección de septiembre de 2020 se encontraron dos especies exóticas en esta zona, el milpiés *Oxidus gracilis* y la planaria terrestre *Bipalium kewense*, ambas bajo el tronco de un encino en avanzado estado de descomposición

Tabla 4. Coordenadas y altura de los puntos perturbados del BE.

Punto	Coordenadas N		Coordenadas W		Altura
	G°M'S'	Decimales	G°M'S'	Decimales	
6-P-BE	23°3'39.86''	23.0610	99°13'1.01''	-99.2159	1346 msnm
7-P-BE	23°3'39.83''	23.0610	99°13'1.76''	-99.2171	1363 msnm
8-P-BE	23°3'40.03''	23.0611	99°13'2.19''	-99.2172	1367 msnm
9-P-BE	23°3'39.90''	23.0610	99°13'2.44''	-99.2173	1367 msnm
10-P-BE	23°3'39.97''	23.0611	99°13'2.60''	-99.2173	1370 msnm

5.2.2.3 Bosque de pino [BP] Tablas 5 y 6.

La zona elegida para situar los puntos conservados del BC fue detrás de una zona de cabañas en el ejido “Valle del OVNI”. Durante la visita de prospección de septiembre de 2020 no se encontró evidencia de tala. Aunque había zonas aledañas con ganado ovino y equino, este se encontraba rejado y no se encontró evidencia (excretas, huellas, etc.) de su presencia en esta zona, así como tampoco de los perros que los lugareños mantienen como mascotas.

Tabla 5. Coordenadas y altura de los puntos conservados del BP.

Punto	Coordenadas N		Coordenadas W		Altura
	G°M'S'	Decimales	G°M'S'	Decimales	
1-C-BE	23°3'28.84''	23.0580	99°13'42.04''	-99.2283	1335 msnm
2-C-BE	23°3'29.79''	23.0582	99°13'42.38''	-99.2284	1335 msnm
3-C-BE	23°3'30.41''	23.0584	99°13'42.63''	-99.2285	1336 msnm
4-C-BE	23°3'30.41''	23.0584	99°13'42.62''	-99.2285	1336 msnm
5-C-BE	23°3'30.65''	23.0585	99°13'43.34''	-99.2287	1335 msnm

La zona elegida para situar los puntos perturbados del BE fue uno donde se habían talado los árboles en su totalidad, quedando solo la base de los troncos que pudieron ser identificados como pertenecientes a coníferas. Una especie de hortiguilla (*Urtica* sp.) era la planta predominante, estas se encuentran asociadas con hábitats perturbados (Lethmate, 2005). Durante la prospección en septiembre de 2020 se pudo encontrar al milpiés *Oxidus gracilis* y a la planaria terrestre *Bipalium kewense*, ambas especies invasoras, bajo el mantillo conformado por hojas de hortiguillas. Las excretas de caballos y ovejas se encontraron en abundancia, además de que dos caballos comúnmente frecuentaban la zona de manera libre.

Tabla 6. Coordenadas y altura de los puntos perturbados del BP.

Punto	Coordenadas N		Coordenadas W		Altura
	G°M'S'	Decimales	G°M'S'	Decimales	
6-P-BC	23°3'30.52''	23.0584	99°13'40.69''	-99.2279	1332 msnm
7-P-BC	23°3'30.45''	23.0584	99°13'40.95''	-99.2280	1332 msnm
8-P-BC	23°3'30.04''	23.0583	99°13'40.83''	-99.2280	1332 msnm
9-P-BC	23°3'30.43''	23.0584	99°13'40.13''	-99.2278	1332 msnm
10-P-BC	23°3'30.94''	23.0585	99°13'40.16''	-99.2278	1333 msnm

5.2.2.4 Bosque mesófilo de montaña [BM]

La zona elegida para situar los puntos conservados del BM fue pasando el ejido “La Gloria”, se determinó que no se encontraba perturbado debido a la mezcla homogénea de árboles propia del BM.

Tabla 7. Coordenadas y altura de los puntos conservados del BM.

Punto	Coordenadas N		Coordenadas W		Altura
	G°M'S'	Decimales	G°M'S'	Decimales	
1-C-BM	23°2'30.99''	23.0419	99°15'46.35''	-99.2628	1732 msnm
2-C-BM	23°2'31.22''	23.0420	99°15'46.21''	-99.2628	1731 msnm
3-C-BM	23°2'30.87''	23.0419	99°15'46.54''	-99.2629	1732 msnm
4-C-BM	23°2'30.85''	23.0419	99°15'46.88''	-99.2630	1731 msnm
5-C-BM	23°2'31.43''	23.0420	99°15'46.99''	-99.2630	1731 msnm

La zona elegida para situar los puntos conservados del BM se encuentra igualmente pasando el ejido “La Gloria”, la indicación de perturbación fue la prevalencia de *Liquidambar styraciflua*, que es una especie heliofila que predomina en puntos perturbados del BM.

Tabla 8. Coordenadas y altura de los puntos perturbados del BM.

Punto	Coordenadas N		Coordenadas W		Altura
	G°M'S'	Decimales	G°M'S'	Decimales	
6-P-BM	23°2'32.64''	23.0424	99°15'48.10''	-99.2633	1728 msnm
7-P-BM	23°2'32.26''	23.0422	99°15'46.88''	-99.2635	1727 msnm
8-P-BM	23°2'31.51''	23.0423	99°15'46.61''	-99.2629	1733 msnm
9-P-BM	23°2'30.26''	23.0417	99°15'46.28''	-99.2628	1729 msnm
10-P-BM	23°2'30.57''	23.0418	99°15'46.91''	-99.2630	1728 msnm

5.2.3 Técnica de recolecta y obtención de la muestra

Como método de recolecta se usaron trampas de caída o *Pitfall*, estas consisten en colocar un recipiente al ras del suelo y esperar a que organismos caigan en él (Fig. 1) (Upton y Mantle, 2010). En particular, cada punto de recolecta dispuso de 12 de estas trampas, dando un total de 480. Cada trampa consistió en un recipiente de plástico transparente de 15cm de alto, con una boca ancha y una capacidad aproximada de 1 L (Figs. 1 y 2). Se utilizaron 100ml de anticongelante comercial y agua en una proporción de 5:1 como agente letal y preservador, añadiendo algunas gotas de jabón lavatrastos que ayudó a que los organismos que cayeran rompieran la tensión superficial del líquido y así se ahogaran (Fig. 2) (Márquez-Luna, 2005).

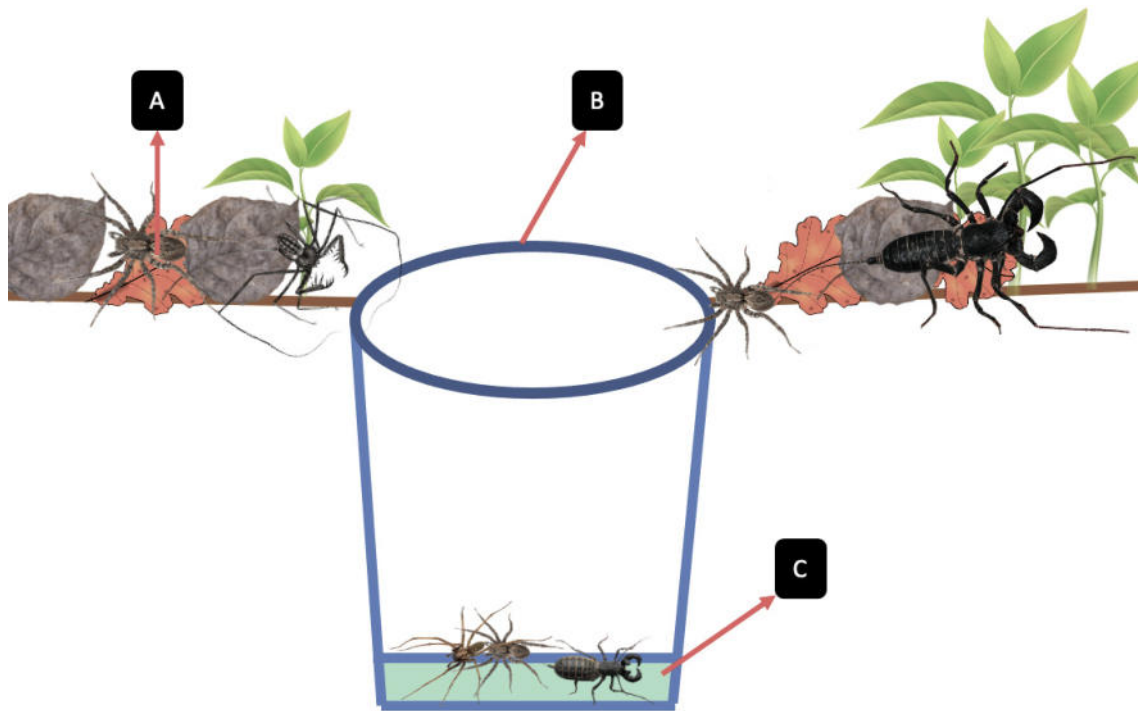


Figura 1. Esquema básico de una trampa de caída o *Pitfall*. A, Suelo, hojarasca y organismos que habitan el suelo. B, boca del recipiente. C, líquido preservador (agua con anticongelante) con varios arácnidos ya capturados.



Figura 2. Trampa de caída siendo preparada (líquido verde es el agua con anticongelante).

Las trampas fueron arregladas con una distribución en forma de cruz (Fig. 3) y cada recipiente se encontraba separado por una distancia aproximada de 1m del siguiente; se dejaron activas durante 3 noches.

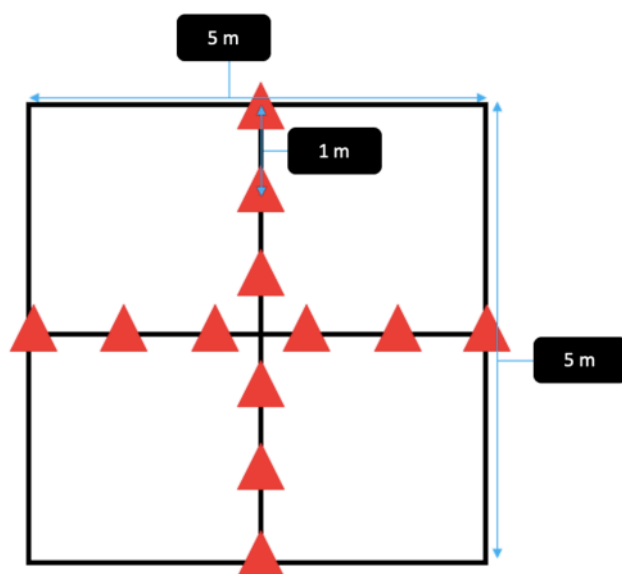


Figura 3. Diagrama que muestra el arreglo de cada trampa en un punto de colecta. Los triángulos rojos marcan el punto donde cada recipiente será colocado.

Al ser recogidas, se cribó y mezcló el contenido de las 12 trampas del punto en una bolsa plástica de cierre hermético, a la que se vertió alcohol al 80% para preservar los organismos. Se etiquetó el material según si el punto de recolecta es conservado (1C, 2C, 3C, 4C, 5C) o perturbado (6P, 7P, 8P, 9P, 10P), según el tipo de vegetación (BT, BM, BE, BC) y según la fecha de recolecta (incluyendo primeras tres letras del **mes** en y los dos últimos dígitos del **año**) *e.g.* 3C-BE-Nov20 (Fig. 4).



Figura 4. Bolsa con muestra de un punto, mostrando su etiqueta, lista para ser analizada.

5.3 Trabajo de laboratorio

5.3.1 Procesamiento de la muestra

Ya en el lugar de trabajo, cada muestra fue separada según su tipo (vertebrados, insectos, miriápodos, crustáceos y arácnidos) (Fig. 5). Los arácnidos, el grupo de interés en este estudio, fueron guardados en bolsas de cierre hermético de tamaño reducido o en viales, dependiendo si eran de cuerpo duro (*e.g.* opiliones, vinagrillos) o suave (*e.g.* arañas, pseudoescorpiones).



Figura 5. Separación de la muestra. A, ejemplares pequeños fueron separados con la ayuda de un microscopio estereoscópico. B, ejemplares grandes pudieron ser fácilmente separados de la muestra.

5.3.2 Identificación y curación

Para identificar los organismos se hizo uso de un microscopio estereoscópico (AmScope SM-1TSZ) (Fig. 5), un equipo de disección (consistente de pinzas y agujas), una cámara (Sony α6000) con un lente macro adaptado (SEL30M35) (fig. 14A) y literatura especializada según el tipo de organismo (Fig. 6).

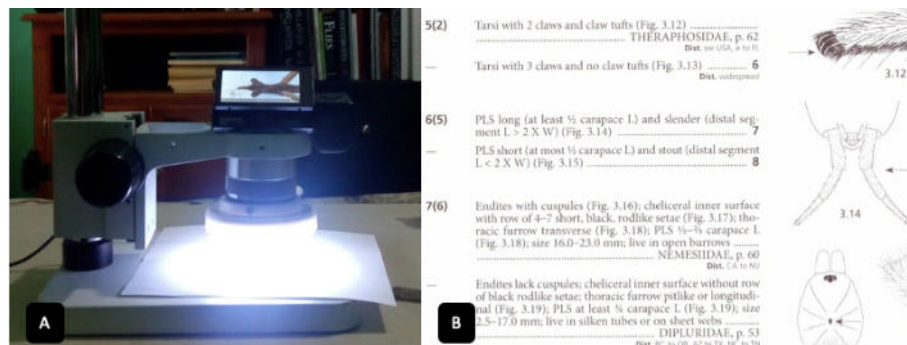


Figura 6. Algunos materiales. A, cámara Sony α6000. B, claves de identificación.

5.3.3 Base de datos

Se llevó un registro de todos los organismos recolectados en cuatro documentos de Microsoft Excel, uno para cada tipo de vegetación, usando una hoja distinta para cada fecha de recolecta. Datos que fueron usados en la base son: punto de recolecta, orden, familia, género, especie, número de machos (♂), hembras (♀), juveniles (juv.) y ejemplares que no se puede definir su sexo (indet.) (Fig. 7).

El material colectado durante esta investigación se encuentra depositado en su totalidad en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

PUNTO	SUBFILO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	♂	♀	juv.	indet.
2C	Myriapoda	Julida	XXX			1			
3C	Chelicerata	Opiliones	Cosmetidae			1	2		
3C	Chelicerata	Opiliones	Sclerosomatidae						29
3C	Chelicerata	Araneae	Pholcidae			1			
3C	Chelicerata	Araneae	XXX						9
3C	Chelicerata	Thelyphonida	Thelyphonidae	<i>Mastigoproctus</i>	<i>cinteotl</i>	1			
3C	Crustacea	Isopoda							1
4C	Chelicerata	Opiliones	Sclerosomatidae						
4C	Chelicerata	Opiliones	Cosmetidae			1	1		
4C	Chelicerata	Araneae	Halonoproctidae	<i>Cyclocosmia</i>		3			
4C	Chelicerata	Araneae	XXX			2	4		7
4C	Chelicerata	Araneae	Pholcidae				1		
4C	Chelicerata	Araneae	Gnaphosidae						1
4C	Chelicerata	ACARI	NO IDENTIFICADO						2

Figura 7. Tabla de Microsoft Excel con parte de una base de datos.

5.4 Análisis estadístico

Se constató la distribución normal (prueba de Kolmogórov-Smirnov) y homocedasticidad de los datos (prueba de Bartlett) para cada variable, para usar el ANOVA de un factor (o en su ausencia, su equivalente: la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis) bajo la hipótesis nula de igualdad de medias o medianas entre evaluaciones. Para las diferencias significativas, se usaron las pruebas correspondientes de comparaciones múltiples: de medias de Tukey y de rangos de Nemenyi (Wheater y Cook, 2005). El nivel de significancia para todas las pruebas fue de $\alpha = 0.05$. Para realizar los análisis se utilizaron los programas SPSS, PASW statistics 18 y Minitab 15.

6. RESULTADOS

6.1 Abundancia de arácnidos de suelo entre los tipos de vegetación

En esta sección se muestran los resultados de la comparación de la abundancia de arácnidos en cada estrato vegetal (BT, BE, BP, BM), incluyendo las zonas con perturbación antrópica y aquellas zonas conservadas (Tablas 9 y 10).

Tabla 9. Comparación por pares. Cada fila prueba que la hipótesis nula que ambas muestras tienen la misma distribución. El valor de la significancia es 0.05. Los valores de la significancia fueron ajustados por la corrección de Bonferroni para múltiples pruebas. Muestras: 1 = Mesófilo, 2 = Pino, 3 = Encino, 4= Tropical.

Comparación por pares					
Muestras	Prueba Estad.	Error estad.	Prueba E. E.	Sig.	Sig. Ajustada
4-2	13.813	8.040	1.718	0.086	0.515
4-3	38.563	8.040	4.796	0	0
4-1	41.875	8.040	5.208	0	0
2-3	-24.750	8.040	-3.078	0.002	0.012
2-1	28.063	8.040	3.490	0	0.003
3-1	3.313	8.040	0.421	0.680	1

Tabla 10. Pruebas no paramétricas. El valor de la significancia es 0.05.

Resumen de la Prueba de Hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Sig.
1	La distribución de N es la misma a través de todos los estrados vegetales	Prueba Kruskal-Wallis para pruebas independientes	0	Se rechaza Ho

6.1.1 Bosque Tropical (BT)

En esta sección se muestran los resultados de la comparación de la abundancia de arácnidos en las zonas conservadas y las zonas perturbadas del bosque tropical (BT) (Tablas 11 y 12). El total de la muestra fue de 488 ejemplares, de estos, 304 fueron colectados en la zona conservada y 184 en la zona perturbada; el análisis estadístico lanzó que no hay diferencia significativa entre estas zonas, por lo que se retiene la hipótesis nula (HO).

Tabla 11. Prueba de normalidad. ^a Corrección de significancia de Lilliefors. Se usaron pruebas no paramétricas debido a que la zona conservada tiene distribución normal y la perturbada no. Muestras: 1 = conservado, 2 = perturbado.

Prueba de Normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
1	0.141	12	0.200	0.971	12	0.917
2	0.243	12	0.048	0.805	12	0.011

Tabla 12. Pruebas no paramétricas. El valor de la significancia es 0.05.

Resumen de la Prueba de Hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Sig.
1	La distribución es la misma en todas las categorías	Prueba U de muestras independientes Mann-Whitney	0.078 ^a	Se retiene la Ho

6.1.2 Bosque de Encino (BE)

En esta sección se muestran los resultados de la comparación de la abundancia de arácnidos en las zonas conservadas y las zonas perturbadas del bosque de encino (BE) (Tablas 13 y 14). El total de la muestra fue de 1727 ejemplares, de estos, 1807 fueron colectados en la zona conservada y 920 en la zona perturbada; el análisis estadístico lanzó que no hay diferencia significativa entre estas zonas, por lo que se retiene la hipótesis nula (HO).

Tabla 13. Prueba de normalidad. ^a Corrección de significancia de Lilliefors. Se usaron pruebas no paramétricas debido a que la zona conservada tiene distribución normal y la perturbada no. Muestras: 1 = conservado, 2 = perturbado.

Prueba de Normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
1	0.312	12	0.002	0.706	12	0.001
2	0.145	12	0.200	0.953	12	0.687

Tabla 14. Pruebas no paramétricas. El valor de la significancia es 0.05.

Resumen de la Prueba de Hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Sig.
1	La distribución es la misma en todas las categorías	Prueba U de muestras independientes Mann-Whitney	0.843 ^a	Se retiene la HO

6.1.3 Bosque de Pino

En esta sección se muestran los resultados de la comparación de la abundancia de arácnidos en las zonas conservadas y las zonas perturbadas del bosque de pino (BP) (Tablas 15 y 16). El total de la muestra fue de 836 ejemplares, de estos, 434 fueron colectados en la zona conservada y 402 en la zona perturbada; el análisis estadístico lanzó que no hay diferencia significativa entre estas zonas, por lo que se retiene la hipótesis nula (HO).

Tabla 15. Prueba de normalidad. ^a Corrección de significancia de Lilliefors. Ambos sets de datos tienen distribución normal. Muestras: 1 = conservado, 2 = perturbado.

Prueba de Normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
1	0.187	12	0.200	0.927	12	0.353
2	0.200	12	0.199	0.885	12	0.102

Tabla 16. Prueba de muestras independientes.

Prueba de Muestras Independientes							
Prueba de Levene para equidad de varianzas				Prueba T para igualdad de medias			
	F	Sig.	t	df	sig (2 colas)	Dif. Media	Dif. Error E.
Igualdad de varianzas asumida	3.260	0.085	0.251	22	0.805	2.666	10.645
Igualdad de varianzas no asumidas			0.251	17.577	0.805	2.666	10.645

6.1.4 Bosque Mesófilo de Montaña

En esta sección se muestran los resultados de la comparación de la abundancia de arácnidos en las zonas conservadas y las zonas perturbadas del bosque de pino (BP) (Tablas 17 y 18). El total de la muestra fue de 2650 ejemplares, de estos, 1445 fueron colectados en la zona conservada y 1205 en la zona perturbada; el análisis estadístico lanzó que no hay diferencia significativa entre estas zonas, por lo que se retiene la hipótesis nula (HO).

Tabla 17. Prueba de normalidad. ^a Corrección de significancia de Lilliefors. Muestras: 1 = conservado, 2 = perturbado.

Prueba de Normalidad						
Kolmogorov-Smirnov ^a				Shapiro-Wilk		
1	0.226	12	0.093	0.797	12	0.009
2	0.335	12	0.001	0.575	12	0

Tabla 18. Pruebas no paramétricas. El valor de la significancia es 0.05.

Resumen de la Prueba de Hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Sig.
1	La distribución es la misma en todas las categorías	Prueba U de muestras independientes Mann-Whitney	0.551	Se retiene HO

6.2 Abundancia estacional de los arácnidos de suelo

En esta sección se muestran los resultados de la comparación de la abundancia de arácnidos conforme las estaciones, incluyendo todos los estratos vegetales (BT, BE, BP, BM), tanto zonas conservadas como perturbadas (Tablas 24, 25 y 26). El total de la muestra fue de 6856 ejemplares, de estos, 3451 fueron colectados en primavera, 621 en verano, 1703 en otoño y 1081 en invierno. Hay una diferencia entre las estaciones de primavera y verano así como primavera e invierno por lo que se rechaza la HO.

Tabla 19. Prueba de normalidad. ^a Corrección de significancia de Lilliefors. Muestras: 1 = Primavera, 2 = Verano, 3 = Otoño, 4 = Invierno.

Prueba de Normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
1	0.272	24	0	0.754	24	0
2	0.105	24	0.2	0.960	24	0.438
3	0.198	24	0.015	0.754	24	0
4	0.156	24	0.135	0.902	24	0.024

Tabla 20. Pruebas no paramétricas. El valor de la significancia es 0.05.

Resumen de la Prueba de Hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Sig.
1	La distribución de N es la misma a través de todos los estrados vegetales	Prueba Kruskal-Wallis para pruebas independientes	0	Se rechaza la HO

Tabla 21. Comparación por pares. Cada fila prueba que la hipótesis nula que ambas muestras tienen la misma distribución. El valor de la significancia es 0.05. Los valores de la significancia fueron ajustados por la corrección de Bonferroni para múltiples pruebas. Hay una alta diferencia significativa entre estaciones.

Comparación por pares					
Muestras	Prueba Estad.	Error estad.	Prueba E. E.	Sig.	Sig. Ajustada
2-4	-15.646	8.040	-1.949	0.052	0.310
2-3	-18.354	8.040	-2.283	0.022	0.135
2-1	37.417	8.040	4.654	0	0
4-3	2.708	8.040	0.337	0.736	1
4-1	21.771	8.040	2.708	0.007	0.041
3-1	19.063	8.040	2.371	0.018	0.106

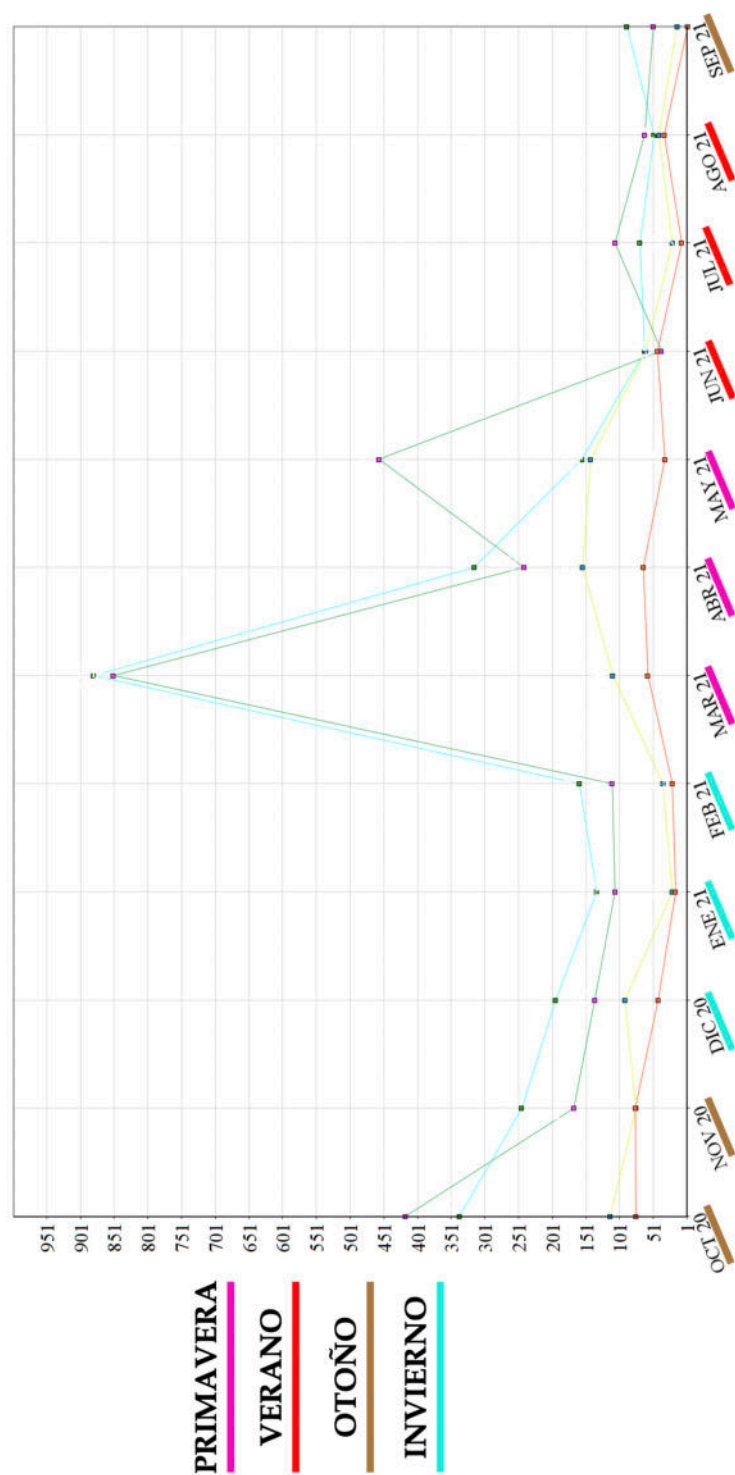


Figura 8. Abundancia de arácnidos de suelo según las estaciones, tomando en consideración todos los estratos vegetales (azul = Bosque Mesófilo, verde = Bosque de Encino, amarillo = Bosque de Pino, rojo = Bosque Tropical).

6.3 Abundancia de arácnidos de suelo entre rangos de altitud

En esta sección se muestran los resultados de la comparación de la abundancia de arácnidos en los tres rangos altitudinales: bajo (BT), medio (BE, BP) y alto (BM), , tanto zonas conservadas como perturbadas (Tablas 21, 22 y 23). El total de la muestra fue de 6856 ejemplares, de estos, 2805 fueron colectados en el estrato alto, 3563 en el estrato medio y 488 en el estrato bajo. Hay una diferencia significativa entre los rangos medio y bajo así como bajo y alto, pero no entre medio y alto, por lo que se rechaza HO.

Tabla 22. Prueba de normalidad. ^a Corrección de significancia de Lilliefors. La distribución de las muestras no es normal. Muestras: 1 = Alta, 2 = Media, 3 = Baja.

Prueba de Normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
1	0.234	24	0.002	0.700	24	0
2	0.269	48	0	0.552	48	0
3	0.146	24	0.199	0.913	24	0.041

Tabla 23. Comparación por pares. Cada fila prueba que la hipótesis nula que ambas muestras tienen la misma distribución. El valor de la significancia es 0.05. Los valores de la significancia fueron ajustados por la corrección de Bonferroni para múltiples pruebas. Existe una diferencia significativa entre los rangos bajo y medio así como y bajo y alto, mas no existe diferencia entre los rangos medio y alto.

Comparación por pares					
Muestras	Prueba Estad.	Error estad.	Prueba E. E.	Sig.	Sig. Ajustada
3-2	26.188	6.963	3.761	0	0.001
3-1	41.875	8.040	5.208	0	0
2-1	15.688	6.963	2.253	0.024	0.073

Tabla 24. Pruebas no paramétricas. El valor de la significancia es 0.05. Existe una diferencia paramétrica entre los rangos altitudinales.

Resumen de la Prueba de Hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Sig.
1	La distribución de N es la misma a través de todos los estrados vegetales	Prueba Kruskal-Wallis para pruebas independientes	0	Se rechaza la HO

6.4 Abundancia de arácnidos de suelo en áreas con y sin perturbación antrópica

En esta sección se muestran los resultados de la comparación de todas las zonas conservadas y todas las zonas perturbadas de todos los estratos vegetales (BT, BE, BP, BM) (Tablas 19 y 20). El total de la muestra fue de 6856 ejemplares, de estos, 3990 fueron colectados la zonas conservadas y 2711 en las zonas perturbadas. El análisis estadístico lanzó que no hay diferencia significativa entre estas zonas, por lo que se retiene la hipótesis nula (HO).

Tabla 25. Prueba de normalidad. ^a Corrección de significancia de Lilliefors. La distribución de ambas muestras no es normal

Prueba de Normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
1	0.294	48	0	0.595	48	0
2	0.224	48	0	0.617	48	0

Tabla 26. Pruebas no paramétricas. El valor de la significancia es 0.05. No hay diferencia estadística significativa entre las zonas conservadas y perturbadas de todos los estratos vegetales.

Resumen de la Prueba de Hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Sig.
1	La distribución es la misma en todas las categorías	Prueba U de muestras independientes Mann-Whitney	0.296	Se retiene HO

6.5 Arácnidos encontrados

Durante las colectas de ejemplares se encontraron arácnidos correspondientes a cinco órdenes: Amblypygi, Araneae, Opiliones, Pseudoscorpiones y Thelyphonida.

6.5.1 Orden AMBLYPYGI Thorell, 1883 (Tendarapos)

6.5.1.1 Familia Phrynidæ Thorell, 1883

Descripción morfológica.

Conocidos como tendarapos, arañas estrella, cancles, madres de alacrán, guabás, etc., los arácnidos del orden Amblypygi se caracterizan por tener un cuerpo dorsoventralmente aplanado (Fig. 8), así como un prosoma casi tan ancho como largo el cual es similar en tamaño y forma al opistosoma. La mayoría de las especies presenta ocho ojos, aunque especies de hábitos troglobios a menudo presentan menos; los ojos se encuentran acomodados en una diada central y dos triadas laterales. Los quelíceros son a forma de quelas. Los pedipalpos son raptorales, presentando largas espinas en la parte interna para la captura de presas. Las patas I son extremadamente largas y presentan los últimos tres artejos modificados a forma de antenas, siendo plurisegmentados; este par funciona como el órgano sensorial principal de estos organismos. Las patas II, III y IV son utilizadas para la locomoción; entre las garras tarsales pueden encontrarse pulvilos, esto dependiendo de la familia (Mullinex, 1975; Weygoldt, 2000; Armas, 2006; Beccaloni, 2009).

Ecología.

Los tendarapos son arácnidos de hábitos nocturnos; son principalmente depredadores, aunque se conoce instancias donde se comportan como carroñeros. Entre sus presas se han documentado vertebrados como anuros, lagartijas, e incluso un ave, sin embargo, su alimento principal son invertebrados tales como moluscos, crustáceos, miriápodos, insectos y arácnidos (incluyendo conspecíficos). Debido a su relativa poca abundancia en los ecosistemas que habitan, pocos depredadores se conocen, entre ellos, reptiles y arácnidos.

Estos arácnidos prefieren ubicarse en zonas de “pared” o “techos”, aunque algunos ejemplares pueden encontrarse al ras del suelo, especialmente durante el día donde se refugian bajo rocas, escombros, o troncos (Weygoldt, 2000; Armas, 2006; Beccaloni, 2009).

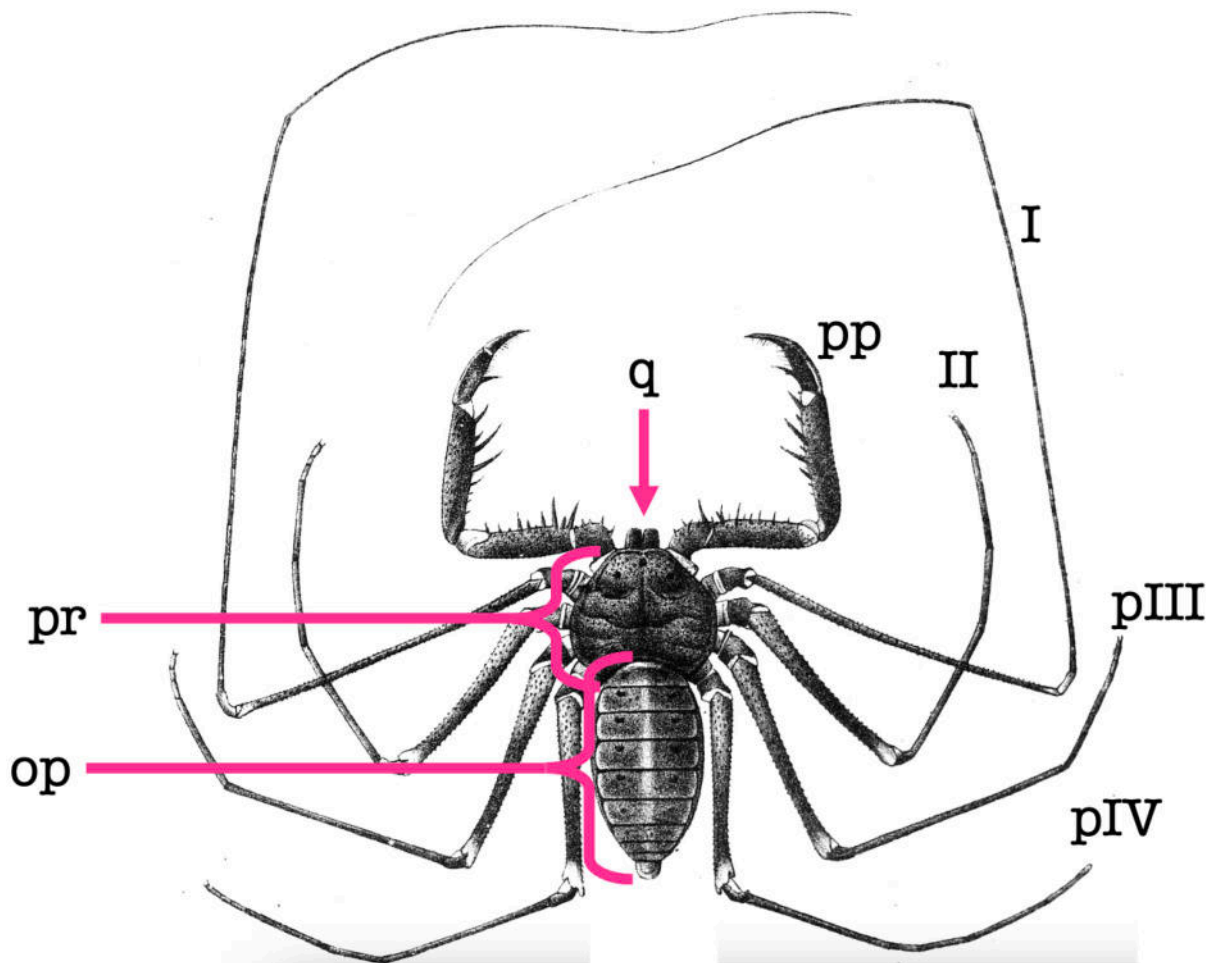


Figura 9. Morfología general de un tendarapo (Amblypygi: Phrynidae: *Acanthophrynus coronatus*). I, II, III, y IV corresponden a las patas; pp a los pedipalpos; q a los quelíceros; pr al prosoma; y op al opistosoma. Tomada de Pocock (1902).

Taxonomía

Solo una familia de este orden es encontrada en Norteamérica continental, Phrynidae, que incluye cuatro géneros. Esta familia se caracteriza del resto debido a la ausencia de una proyección anterior del prosoma (presente en Paracharontidae); a la ausencia de pulvilos en los tarsos de las patas (presente en *Paracharon*, Charinidae y Charontidae); a la presencia de estructuras esclerotizadas en los genitales de las hembras (ausente en Phrynichidae); y a la ausencia de dimorfismo sexual marcado (presente en muchos Phrynichidae) (Mullinex, 1975; Weygoldt, 2000; Armas, 2006; Beccaloni, 2009).

Diversidad y abundancia encontrada.

Solo un **(1)** individuo pudo ser colectado con las trampas *Pitfall* (BT-C), este corresponde a la especie *Paraphrynus pococki* Mullinex, 1975 (Phrynidae) (Fig. 9).



Figura 10. Ejemplar colectado de *Paraphrynus pococki* (Phrynidae), típico representante del orden Amblypygi.

6.5.2 Orden ARANEAE Clerck, 1757 (Arañas)

Descripción morfológica.

Las arañas y míasas son los arácnidos más reconocidos, miembros del orden Araneae. Estos arácnidos presentan un cuerpo dividido en un prosoma cubierto por un carapacho y un opistosoma sin segmentación, ambos unidos por un peciolo (Figs. 10, 11). Los pedipalpos de las hembras son similares a patas mientras que los de los machos presentan el tarso modificado a forma de un órgano copulador. El número de ojos es variable. Las patas son de función locomotora. Los quelíceros son a forma de garra y presentan órganos venenosos. En la parte terminal (raramente ventral) del opistosoma se encuentran de uno a tres pares de órganos productores de seda llamados hileras, espineretas o hilanderas, característicos del orden. (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Beccaloni, 2009; Cushing, 2017).

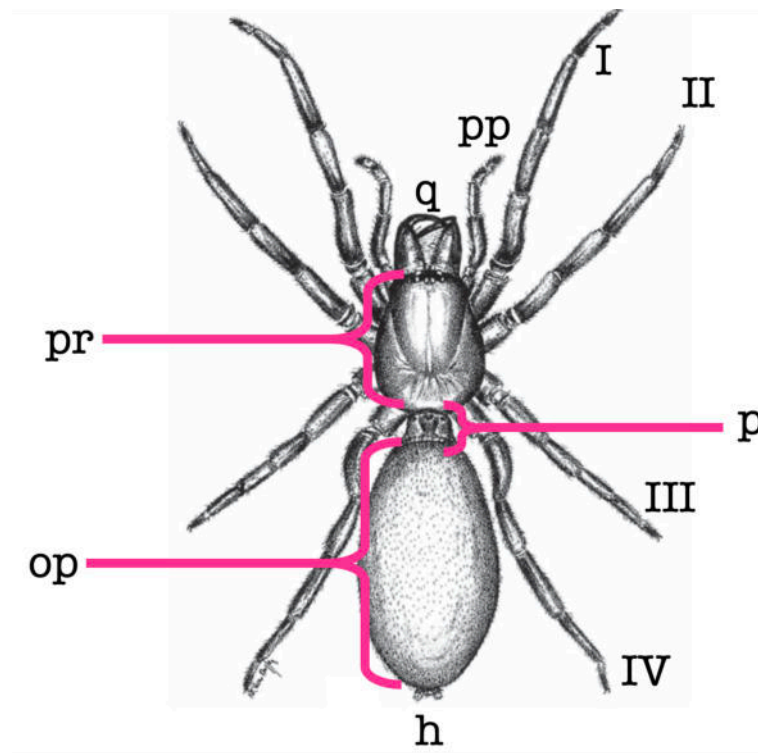


Figura 11. Morfología general de una araña (Araneae: Dysderidae: *Dysdera crocata*). I, II, III, y IV corresponden a las patas; pp corresponde a los pedipalpos; pr al prosoma; op al opistosoma; h a las hileras; q a los quelíceros; p al pedicelo. Tomada de Jocque y Dippenaar-Schoemann (2007).

Debido a que las arañas son un grupo muy diverso de arácnidos, se preparó una clave de identificación para los infraórdenes y familias presentes en México, incluyendo además aquellas familias que se encuentren en países colindantes (Belize, Guatemala y EE. UU.) cuya distribución sea posible, esta puede ser consultada en el Anexo I.



Figura 12. Ejemplar colectado de *Kibramoa* sp. (Plectreuridae), típico representante del orden Araneae; nótese sus pedipalpos modificados, lo que corresponde a un macho.

6.5.2.1 Familia Agelenidae C.L. Koch, 1837

Quelíceros diaxiales. Acribeladas. Ocho ojos. Tres garras. Arañas sedentarias que construyen tela a forma de embudo a la entrada de sus madrigueras. A menudo con setas plumosas en sus patas (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Bennett y Ubick, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron **45** ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT = 2[C]; BE = 16 [3C/13P]; BP = 23[C]; BM = 4 [2C/2P]); los ejemplares corresponden a una morfoespecie del género *Agelenopsis* Giebel, 1869 (Bennett y Ubick, 2017).

6.5.2.2 Familia Anyphaenidae Bertkau, 1878

Quelíceros diaxiales. Acribeladas. Ocho ojos. Dos garras. Cazadoras activas que habitan en la vegetación y hojarasca. Espiráculo traqueal ubicado entre las hileras y el surco epigástrico; garras con setas lameliformes (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Richman y Ubick, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron **36** ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BE = 9 [5C/4P]; BP = 10[1C/9P]; BM = 17 [9C/26P]); los ejemplares corresponden a dos morfoespecies del género *Wulfila* O. Pickard-Cambridge, 1895 y una del género *Anyphaena* Sundevall, 1833 (Richman y Ubick, 2017).

6.5.2.3 Familia Araneidae Clerck, 1757

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Tres garras. Tejedoras de telarañas orbitales, ocasionalmente en otras formas. Enditos cuadrados; tibia del pedipalpo de los machos con rádix y apófisis media; epigino de las hembras producido (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Levi y Kallal, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron **53** ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT = 5 [3C/2P]; BE = 4 [2C/2C]; BP = 1[C]; BM = 43 [21C/22P]); los ejemplares corresponden a dos morfoespecies del género *Micrathena* Sundevall, 1833, una del género *Metazygia* F.O. Pickard-Cambridge, 1904, una del género *Mangora* O. Pickard-Cambridge, 1889, una del género *Araneus* Clerck, 1757, una del género *Verrucosa* Simon, 1895 y una de un género no determinado (juveniles) (Levi y Kallal, 2017).

6.5.2.4 Familia Cheiracanthiidae Wagner, 1887

Quelíceros diaxiales. Acribeladas. Ocho ojos. Dos garras. Cazadoras activas. Con triángulos precoxales; patas largas; hileras con último segmento cónico (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron seis (**6**) ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BM = 6 [4C/2P]); los ejemplares corresponden a una morfoespecie del género *Strotarchus* Simon, 1888.

6.5.2.5 Familia Corinnidae Karsch, 1880

Quelíceros diaxiales. Acribeladas. Ocho ojos. Dos garras. Cazadoras activas. Opistosoma provisto de un escudo dorsal, más amplio en machos que en hembras (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Ubick y Richman, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron **87** ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT = 6 [4C/2P]; BE = 22 [15C/7P]; BP = 32 [13C/19P]; BM = 27 [13C/14P]; los ejemplares corresponden a dos morfoespecies del género *Castianeira* Keyserling, 1879 y una del género *Creugas* Thorell, 1878 (Ubick y Richman, 2017).

6.5.2.6 Familia Ctenidae Keyserling, 1877

Quelíceros diaxiales. La mayoría acribeladas. Ocho ojos. Dos garras. Cazadoras activas, algunas especies son trepadoras. La fila de ojos anterior es recurveada, ojos laterales anteriores diminutos, mucho más pequeños que los ojos medios anteriores (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Ubick y Silva-Dávila, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron **20** ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT = 16 [12C/4P]; BE = 2 [1C/1P]; BP = 2 [1C/1P]); los ejemplares corresponden a dos morfoespecies, una del género *Acanthoctenus* Keyserling, 1877 y otra del género *Ctenus* Walckenaer, 1805 (Ubick y Silva-Dávila, 2017).

6.5.2.7 Familia Dictynidae O. Pickard-Cambridge, 1871

Quelíceros diaxiales. Cribeladas, con algunas excepciones. Ocho ojos. Tres garras. Especies sedentarias o cazadoras activas de la hojarasca. Enditos convergiendo apicalmente, cribelo entero, rara vez dividido (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Bennett, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron cinco (**5**) ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BE = 1 [C]; BP = 4 [P]); los ejemplares corresponden a una morfoespecie no determinada (Bennett, 2017).

6.5.2.8 Familia Euagridae Raven, 1979

Quelíceros paraxiales. Acribeladas. Ocho ojos. Tres garras. Especies sedentarias que habitan tubos de seda. Hileras muy largas, tanto o más que el opistosoma (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Coyle, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectó un (1) ejemplar de esta familia con las trampas *Pitfall* (BM = 1[P]); este corresponde al género *Euagrus* Ausserer, 1875 (Coyle, 2017).

6.5.2.9 Familia Euctenizidae Raven, 1985

Quelíceros paraxiales. Acribelada. Ocho ojos. Tres garras. Especies sedentarias que habitan en tubos subterráneos recubiertos de seda. Émbolo del macho se ensancha distalmente (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Bond, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron 86 ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT = 14[C]; BE = 19 [13C/6P]; BP = 14[C]; BM = 39 [22C/17P]; los ejemplares corresponden a una morfoespecie del género *Entychides* Simon, 1888 y *Eucteniza* Ausserer, 1875 (Bond, 2017).

6.5.2.10 Familia Gnaphosidae Banks, 1892

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Dos garras. Cazadoras activas que viven entre la hojarasca. Hileras laterales anteriores carecen de segmento apical, dándoles una apariencia truncada (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Ubick, 2017b).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron 28 ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT = 15[9C/6P]; BE = 7 [2C/5P]; BP = 3 [2C/1P]; BM = 3 [C]); los ejemplares corresponden a dos morfoespecies no determinadas (Ubick, 2017b).

6.5.2.11 Familia Halonoproctidae Pocock, 1901

Quelíceros paraxiales. Acribelada. Ocho ojos. Tres garras. Especies sedentarias que habitan tubos subterráneos recubiertos de seda. Esternón con dos sigilas, opistosoma con canales parecidos a costillas (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Bond y Hendrixson, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron **48** ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BE = 23 [18C/5P]; BP = 3[P]; BM = 22 [10C/12P]; los ejemplares corresponden a una morfoespecie del género *Cyclocosmia* Ausserer, 1871 (Bond y Hendrickson, 2017).

6.5.2.12 Familia Hersiliidae Thorell, 1869

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Tres garras. Cazadoras activas que habitan en tronco de árboles. Hileras prominentes, tan o más grandes que el opistosoma (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Cutler, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron dos (**3**) ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT = 1[P]; BE = 1[C]; BP = 1[C]); los ejemplares corresponden a una morfoespecie del género *Neotama* Baehr y Bsehr, 1993 (Cutler, 2017).

6.5.2.13 Familia Linyphiidae Blackwall, 1859

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Tres garras. Especies sedentarias que habitan telarañas de forma cóncava. Cambio del macho usualmente sin procesos, hembras con epigino variable, casi nunca tridimensional; ambos sexos menores a 5mm (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Draney y Buckle, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron **414** ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 4 (2C; 2P); BE= 114 (73C/41P); BP= 44 (24C/20P); BM= 252 (153C/99P); los ejemplares corresponden a 12 morfoespecies de géneros no identificados (Draney y Buckle, 2017).

6.5.2.14 Familia Liocranidae Simon, 1897

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Dos garras. Cazadoras activas que habitan en la hojarasca. Apófisis medio en el bulbo del pedipalpo; sin triángulos precoxales (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Ubick y Richman, 2017)

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron dos (**2**) ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BM = 2[P]); los ejemplares corresponden a una morfoespecie de un género no identificado (Ubick y Richman, 2017).

6.5.2.15 Familia Lycosidae Sundevall, 1833

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Tres garras. Cazadoras activas que habitan la hojarasca, pueden construir madrigueras recubiertas de seda. Ojos aparentando tres filas, con los medios posteriores siendo más grandes que el resto; palpo de los machos sin apófisis retrolateral en la tibia (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Dondale, 2017a).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron 611 ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 411 [288C/123P]; BE= 10[P]; BP= 190 [69C/121P]); los ejemplares corresponden a cuatro morfoespecies del género *Hogna* Simon, 1885, uno del género *Geolycosa* Montgomery, 1904 y uno del género *Schizocosa* Chamberlin, 1904 (Dondale, 2017a).

6.5.2.16 Familia Miturgidae Simon, 1886

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Tres garras. Cazadoras activas que habitan en la vegetación. Con triángulos precoxales, el bulbo del palpo del macho sin división (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Ubick et al. 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron **60** ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 2[C]; BE= 35[19C/16P]; BP= 7 [6C/1P]; BM= 16 [4C/12P]); los ejemplares corresponden a una morfoespecie del género *Zora* C.L. Koch, 1847 (Ubick et al. 2017)

6.5.2.17 Familia Nemesiidae Simon, 1889

Quelíceros paraxiales. Acribelada. Ocho ojos. Dos o tres garras. Especies sedentarias que habitan tubos de seda. Garras pareadas con dos filas de dientes (Raven, 1987; Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007)

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron **67** ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 2[C]; BE= 3[P]; BP= 8 [5C/3P]; BM= 54 [24C/29P]; los ejemplares corresponden a una morfoespecie del género *Mexentypesa* Raven, 1987 (Raven, 1987).

6.5.2.18 Familia Oxyopidae Thorell, 1869

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Tres garras. Cazadoras activas que habitan en la vegetación. Ojos en acomodo hexagonal con clipeo alto; trocánteres muescadas (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Brady y Santos, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron seis (6) ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 6 [5C/1P]); los ejemplares corresponden a una morfoespecie del género *Oxyopes* Latreille, 1804 (Brady y Santos, 2017).

6.5.2.19 Familia Philodromidae Thorell, 1870

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Dos garras. Cazadoras activas que habitan en la vegetación. Carapacho más largo que ancho y de aspecto listado (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Dondale, 2017b).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectó un (1) ejemplar de esta familia con las trampas *Pitfall* (BE= 1[P]); el ejemplar corresponde a una morfoespecie del género *Tibellus* Simon, 1875 (Dondale, 2017b).

6.5.2.20 Familia Pholcidae C.L. Koch, 1850

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos, ocasionalmente seis. Tres garras. Especies sedentarias en telarañas enmarañadas. Ojos acomodados en una diada central y dos triadas laterales, tarsos extremadamente flexibles (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Huber, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron 145 ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 15 [14C/1P]; BE= 100 [64C/36P]; BP= 16 [9C/7P]; BM= 14 [13C/1P]); los ejemplares corresponden a un cinco morfoespecies de géneros no identificados (Huber, 2017).

6.5.2.21 Familia Phrurolithidae Banks, 1892

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Dos garras. Cazadoras activas que habitan en la hojarasca. Tibias I y II con 5-6 pares de espinas ventrales (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Richman, 2017a).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron 17 ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BE= 12 [7C/5P]; BP= 5 [1C/4P]); los ejemplares corresponden a una morfoespecie de un género no identificado (Richman, 2017a).

6.5.2.22 Familia Plectreuridae Simon, 1893

Quelíceros diaxiales. Acribeladas. Ocho ojos. Tres garras. Cazadoras activas. Haploginas, machos con émbolo enroscado (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Ubick, 2017c).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron siete (7) ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BE= 7 [1C/6P]); los ejemplares corresponden a una morfoespecie del género *Kibramoa* Chamberlin, 1924 (Ubick, 2017c).

6.5.2.23 Familia Pisauridae Simon, 1890

Quelíceros diaxiales. Acribeladas. Ocho ojos. Tres garras. Cazadoras activas, en ocasiones asociadas a ecosistemas riparios. Pedipalpo del ♂ con apófisis media no situada de manera distal y carente de surco (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Carico, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectó un (1) ejemplar de esta familia con las trampas *Pitfall* (BM= 1 [P]); el ejemplar corresponde a una morfoespecie del género *Tinus* F.O. Pickard-Cambridge, 1901 (Carico, 2017).

6.5.2.24 Familia Salticidae Blackwall, 1841

Quelíceros diaxiales. Acribeladas. Ocho ojos. Dos garras. Cazadoras activas habitantes de la vegetación. Ojos acomodados aparentemente en tres filas (4:2:2), rara vez en cuatro (2:2:2:2) (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Richman et al. 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron **57** ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 18 [12C/6P]; BE= 1[P]; BP= 19[7C/12P]; BM = 19[13C/6P]); los ejemplares corresponden a cuatro morfoespecie, una corresponde al género *Menemerus* Simon, 1868 y las otras tres a géneros indeterminados (Richman et al. 2017).

6.5.2.25 Familia Scytodidae Blackwall, 1864

Quelíceros diaxiales. Acribeladas. Seis ojos. Tres garras. Cazadoras activas, habitantes de la hojarasca. Ojos acomodados en tres diadas muy separadas; carapacho muy abombado; capacidad de rociar seda (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Ubick, 2017d).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se encontraron dos (2) ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 2 [P]); ambos ejemplares corresponden a una morfoespecie del género *Scytodes* Latreille, 1804 (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Ubick, 2017d).

6.5.2.26 Familia Segestriidae Simon, 1893

Quelíceros diaxiales. Acribeladas. Seis ojos. Tres garras. Cazadoras activas habitantes de la hojarasca. Ojos acomodados en tres diadas muy separadas; carapacho plano (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Ubick, 2017e).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se encontró un (1) ejemplar de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 1[C]); este ejemplar corresponde a una morfoespecie del género *Ariadna* Audouin, 1826 (Ubick, 2017e).

6.5.2.27 Familia Sparassidae Bertkau, 1872

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Dos garras. Cazadoras activas que habitan en la vegetación. Metatarsos con una membrana trilobada en posición dorsodistal que permite la extensión de los tarsos; patas fuertemente laterígradas (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Lew, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se encontró un (1) ejemplar de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 1[C]); este ejemplar corresponde a una morfoespecie del género *Curicaberis* Rheims, 2015 (Lew, 2017).

6.5.2.28 Familia Tetragnathidae Menge, 1866

Quelíceros diaxiales. Acribeladas. Ocho ojos. Dos garras. Especies sedentarias que tejen telarañas orbitales o enmarañadas. Enditos rectangulares (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Levi y Hormiga, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se encontraron 57 ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BE= 16[9C/7C]; BP= 3[2C/1P]; BM = 38 [22C/16P]; estos ejemplares corresponden a cuatro morfoespecies, una

corresponde al género *Azilia* Keyserling, 1881, otra al género *Tetragnatha* Latreille, 1804 y las últimas dos a géneros no determinados (Levi y Hormiga, 2017).

6.5.2.29 Familia Theraphosidae Thorell, 1869

Quelíceros paraxiales. Acribelada. Ocho ojos. Dos garras. Especies sedentarias moradoras de madrigueras. Hileras con último segmento digitiforme; generalmente de gran tamaño (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Prentice y Hendrixson, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se encontraron 12 ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 1[C]; BE= 4[3C/1P]; BP= 2 [C]; 5[3C/2P]); estos ejemplares corresponden a dos morfoespecies, una corresponde al género *Clavopelma* Chamberlin, 1940 y la otra al género *Aphonopelma* Pocock, 1901 (Prentice y Hendrixson, 2017).

6.5.2.30 Familia Theridiidae Sundevall, 1833

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Tres garras. Especies sedentarias que tejen telarañas muy enmarañadas. Tarso IV con un peine de setas aserradas (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Agnarsson y Levi, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se encontraron 14 ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 4[3C/1P]; BE= 2[C]; BP= 6 [2C/4P]; 2[C]); estos ejemplares corresponden a cuatro morfoespecies, uno corresponde al género *Stemmops* O. Pickard-Cambridge, 1894 y el resto a géneros no determinados (Agnarsson y Levi, 2017).

6.5.2.31 Familia Thomisidae Sundevall, 1833

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Dos garras. Cazadoras de emboscada que habitan en la vegetación. Partas III más chicas que el resto; patas I y II más largas que el resto; patas fuertemente laterígradas (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Lapp y Dondale, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se encontraron 3 ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 1[P]; BP= 2[C]); estos ejemplares corresponden a una morfoespecie del género *Mecaphesa* Simon, 1900 (Lapp y Dondale, 2017).

6.5.2.32 Familia Trachelidae Simon, 1897

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Dos garras. Cazadoras activas que habitan entre la hojarasca. Patas sin espinas; tibias I y II con cúspulas (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Richman, 2017b).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se encontraron 5 ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 5[2C/3P]); estos ejemplares corresponden a una morfoespecie del género *Trachelas*, 1872 (Richman, 2017b).

6.5.2.33 Familia Zodariidae Thorell, 1881

Quelíceros diaxiales. Acribelada. Ocho ojos. Tres garras. Cazadoras activas, habitan bajo rocas y entre la hojarasca. Hileras laterales anteriores alargadas, las demás reducidas. Enditos fuertemente convergentes (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Ubick y Craig, 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se encontraron 265 ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BT= 7[C]; BE= 143; BP = 15; BM = 100); estos ejemplares corresponden a dos morfoespecies de géneros no determinados (Ubick y Craig, 2017).

6.5.2.34 Familia Zoropsidae Bertkau, 1882

Quelíceros diaxiales. Cribelada. Ocho ojos. Tres garras. Cazadoras activas, habitan bajo rocas y entre la hojarasca. Calamistro no ocupa más de la mitad de la longitud del metatarso IV (Jocque y Dippenaar-Schoeman, 2007; Ubick et al., 2017).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se encontraron 17 ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BE= 1[C]; BM= [10C/7P]); estos ejemplares corresponden a dos morfoespecies de los géneros *Liocranoides* Keyserling, 1881 y *Lauricius* Simon, 1888 (Ubick et al., 2017).

6.5.3 Orden OPILIONES Sundevall, 1833 (Segadores)

Descripción morfológica.

Los segadores o arañas patonas son arácnidos del orden Opiliones los cuales presentan un cuerpo compacto no peciolado (Fig. 12). Pueden tener un par de ojos o carecer completamente de ellos. Los pedipalpos son generalmente similares a patas, aunque en algunas familias estos son raptorales. Las patas I, III y IV son de función locomotora, mientras que el par II es sensorial. Los quelíceros son quelados y en algunos grupos se encuentran extremadamente agrandados. Si bien superficialmente son semejantes a las arañas, estos no presentan un peciolo que divide el prosoma y el opistosoma (Machado et al. 2007; Edgar, 1990).

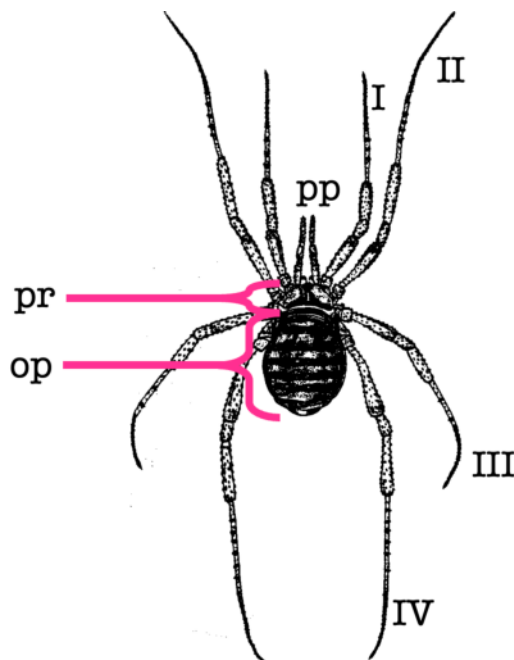


Figura 13. Morfología general de un segador (Opiliones: Sclerosomatidae: *Eumesosoma roeweri*). I, II, III, y IV corresponden a las patas; pp corresponde a los pedipalpos; pr corresponde al prosoma; op al opistosoma. Tomada de Cokendolpher y Lee (1993).

Debido a que los segadores son un grupo muy diverso de arácnidos, se preparó una clave de identificación para los subórdenes y familias presentes en Norteamérica, esta puede ser consultada en el Anexo II.

6.5.3.1 Familia Cosmetidae C.L. Koch, 1839

Ecología.

Esta familia de segadores son habitantes del suelo, durante el día se ocultan entre troncos, bajo rocas o en la hojarasca, si bien son gregarios, no forman agrupaciones demasiado grandes (Aguñaga-Ayala, 2009; Pinto-da-Rocha y Giribet, 2007).

Taxonomía

Esta familia perteneciente al suborden de los Laniatores es enteramente americana. Sus patas son cortas y, en ejemplares adultos de ambos sexos, la tibia de los pedipalpos es cóncava, siendo esta su característica principal. Son sexualmente dimórficos (Aguñaga-Ayala, 2009; Townsend et al. 2010).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron **658** ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BE = **168** [92C/76C]; BP = **79** [78C/1P]; BM = **411** [240C/171P]); todos corresponden a la especie *Cynorta triangulata* (Fig. 13).



Figura 14. Un par de ejemplares de *C. triangulata*. Izquierda el macho, derecha la hembra.

6.5.3.2 Familia Nemastomatidae Simon, 1872

Ecología.

Esta familia de segadores son habitantes del suelo, los de la subfamilia Ortholasmatinae se encuentran en la hojarasca (Pinto-da-Rocha y Giribet, 2007; Shear 2010).

Taxonomía

Esta familia es perteneciente al suborden de los Dyspnoi y se distribuye alrededor del mundo. Sus patas son cortas y, en ejemplares adultos de ambos sexos. No son sexualmente dimórficos. Los de la familia Ortholastimatinae presentan una cutícula rugosa y una ornamentación cefálica elaborada (Pinto-da-Rocha y Giribet, 2007; Shear, 2010) (Fig. 14).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron **66** ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BE = **14** [1C/11P]; BP = **43** [1C/42P]; BM = **9** [7C/2P]); todos corresponden a la especie *Cynorta triangulata* Shear, 2010.



Figura 15. Un par de ejemplares de *T. ranchonuevo*. Vista lateral en la izquierda y dorsal en la derecha

6.5.3.3 Familia Stygnopsidae Sørensen, 1932

Ecología.

Esta familia de segadores son habitantes del suelo; muchas de las especies que integran esta familia son troglobias (Cruz-López y Francke, 2020).

Taxonomía

Esta familia pertenece al suborden de los Laniatores y es enteramente americana. Sus patas son cortas, con excepción de algunas especies troglobias. Carecen de escópula en los tarsos III y IV. Son sexualmente dimórficos (Cruz-López y Francke, 2020).

Diversidad y abundancia encontrada.

Solo un **(1)** individuo pudo ser colectado con las trampas *Pitfall* (BE-C) (Fig. 15).



Figura 16. Ejemplar colectado de Stygnopsidae.

6.5.3.4 Familia Sclerosomatidae Simon, 1879

Ecología.

Esta familia de segadores son habitantes del sotobosque, se refugian en oquedades o entre la vegetación, algunos son depredadores activos. Son gregarios, a veces se encuentran en grandes agrupaciones de miles de individuos (Pinto-da-Rocha y Giribet, 2007).

Taxonomía

Esta familia perteneciente al suborden de los Eupnoi y se distribuye alrededor del mundo. Sus patas son medianas a extremadamente largas. Fuera del tamaño, el dimorfismo sexual es bastante débil (Pinto-da-Rocha y Giribet, 2007).

Diversidad y abundancia encontrada.

Se colectaron **3544** ejemplares de esta familia con las trampas *Pitfall* (BE = **1635** [1125C/591C]; BP = **761** [378C/383P]; BM = **1543** [806C/737P]); los ejemplares corresponden a dos morfoespecies, una afín a *Leiobunum vittatum* (Say, 1821) y otra afín a *Leiobunum viridorsum* Goodnight y Goodnight, 1942 (Fig. 16).



Figura 17. Dos ejemplares de la familia Sclerosomatidae. *Leiobunum* cf. *vittatum* a la izquierda y *Leiobunum* cf. *viridorsum* a la derecha.

6.5.4 Orden Pseudoscorpiones De Geer, 1778 (Falsos alacranes)

6.5.4.1 Familia Cheliferidae Risso, 1826

Descripción morfológica.

Conocidos como falsos alacranes/escorpiones, los arácnidos del orden Pseudoscorpiones (ocasionalmente llamado Chelonetida) se caracterizan por tener un cuerpo compacto y generalmente aplanado dorsoventralmente (Fig. 17). El número de ojos es variable. Los pedipalpos son quelados y cuentan con una o dos glándulas de veneno por quela (en el dedo móvil, en el dedo fijo, o en ambos). Las patas I–IV son de función locomotora. Los quelíceros son quelados y cercano a ellos se encuentra el órgano productor de seda. Si bien superficialmente son semejantes a los alacranes, este orden carece del característico opistosoma dividido en mesosoma y metasoma (Weygoldt, 1969; Beccaloni, 2009).

Ecología.

Los falsos alacranes habitan en diferentes zonas, algunos son habitantes de la hojarasca, otros viven en el suelo, y otros en la corteza. Son depredadores de microartrópodos a los cuales dan muerte con sus quelas venenosas. Ocasionalmente puede encontrárseles sobre artrópodos de gran tamaño (himenópteros, coleópteros, dípteros) los cuales usan como transporte, a este comportamiento se le conoce como forésis (Weygoldt, 1969; Muchmore, 1990; Beccaloni, 2009; Romero-Ortiz et al. 2019).

Taxonomía

Este es uno de los órdenes más diversos de arácnidos, con alrededor de 3300 especies agrupadas en 430 géneros y 25 familias. Esta familia agrupa alrededor de 270 en 60 géneros (Weygoldt, 1969; Beccaloni, 2009).

Diversidad y abundancia encontrada.

Solo tres (3) individuos pudieron ser colectados con las trampas *Pitfall* (BT) (Fig. 18).

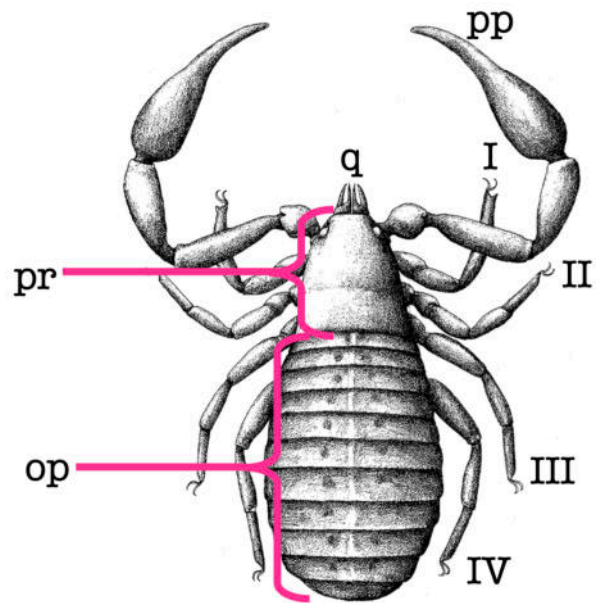


Figura 18. Morfología general de un falso alacrán (Pseudoscorpiones: Cheliferidae: *Aspurochelifer littlefieldi*). I, II, III, y IV corresponden a las patas; pp corresponde a los pedipalpos; pr corresponde al prosoma; op al opistosoma; y q a los quelíceros. Tomada de Benedict y Malcolm (1979).



Figura 19. Un par de ejemplares de falsos alacranes recolectados.

6.5.5 Orden Thelyphonida O.P. Cambridge, 1872 (vinagrillos)

6.5.5.1 Familia Thelyphonidae Lucas, 1835

Descripción morfológica.

Conocidos como vinagrillos o vinagrones, los arácnidos del orden Thelyphonida se caracterizan por tener un cuerpo cilíndrico con un prosoma y opistosoma claramente más largo que ancho (Fig. 19). Todas las especies presentan ocho ojos acomodados en una diada frontal y dos triadas laterales. Los pedipalpos son raptorales, sin embargo, cuentan solo con algunos apófisis internos, careciendo de espinas. Los últimos artejos de las patas I se encuentran modificados a forma de antenas, funcionando como el órgano sensorial principal de estos organismos. Las patas II, III y IV son utilizadas para la locomoción. Su rasgo más característico es que portan un apéndice caudal plurisegmentado al final de su opistosoma (Rowland y Cooke, 1973; Beccaloni, 2009).

Ecología.

Los tenderapos son arácnidos de hábitos nocturnos; son principalmente depredadores, aunque se conoce instancias donde se comportan como carroñeros. Entre sus presas se han documentado vertebrados como anuros y lagartijas, sin embargo, su alimento principal son los invertebrados tales como moluscos, crustáceos, miriápodos, insectos y arácnidos (incluyendo conspecíficos). Estos arácnidos son hábiles excavadores y prefieren deambular por el suelo; ocasionalmente pueden trepar (Rowland y Cooke, 1973; Barrales-Alcalá et al. 2018; Beccaloni, 2009; de Luna et al. 2021).

Taxonomía

Solo hay una familia en este orden, Thelyphonidae. Los integrantes de esta familia pueden encontrarse en el sudeste asiático, en el extremo oeste de África occidental y en Norte, Centro y Sudamérica (Rowland y Cooke, 1973; Beccaloni, 2009)

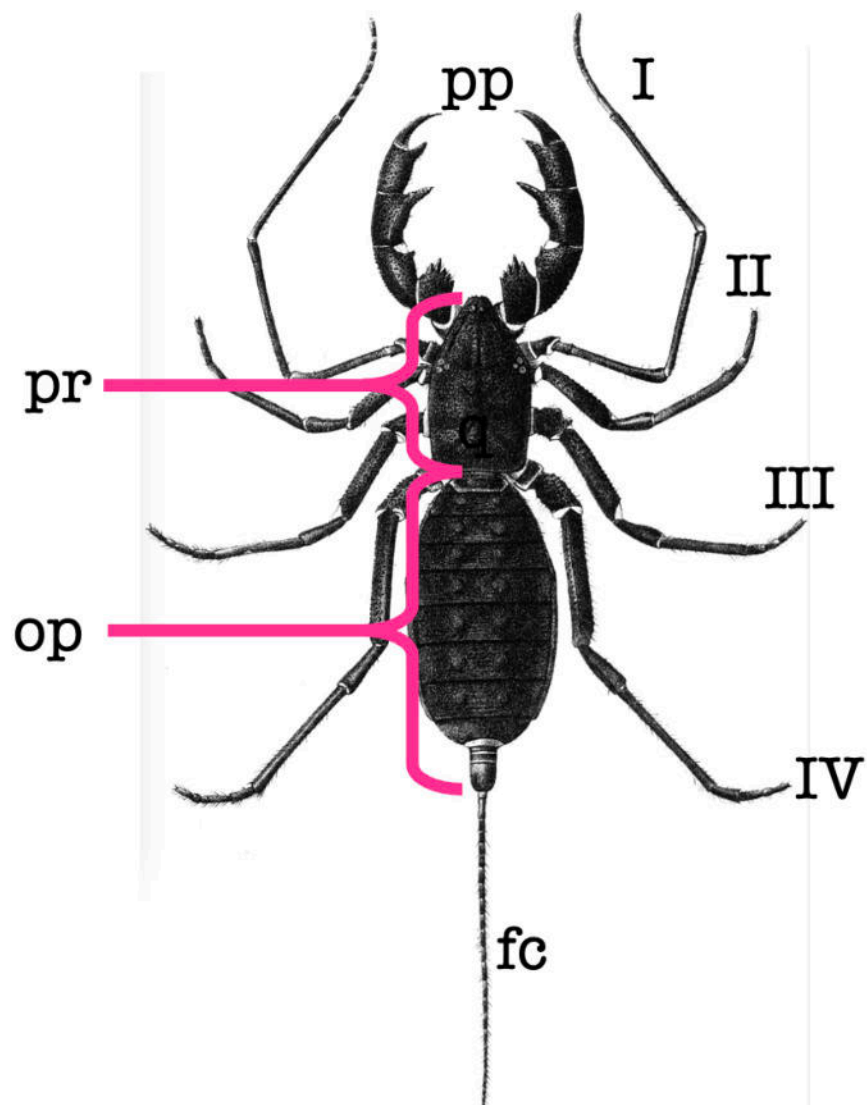


Figura 20. Morfología general de un vinagrillo (Thelyphonida: Thelyphonidae: *Mastigoproctus giganteus*). I, II, III, y IV corresponden a las patas; pp corresponde a los pedipalpos; pr corresponde al prosoma; op al opistosoma; y fc al flagelo caudal. Tomada de Pocock (1902).

Diversidad y abundancia encontrada.

Solo cinco (5) individuos pudieron ser colectados con las trampas *Pitfall* (4 en BT; 1 en BE), estos corresponden a la especie *Mastigoproctus cinteotl* Barrales-Alcalá, Francke y Prendini, 2018 (Fig. 5B)

7. DISCUSIÓN

7.1 Arácnidos en general

En total se colectaron 6856 ejemplares de arácnidos, de estos, 4664 corresponden al orden Opiliones, el cual representa un 68.042% del total de ejemplares. A pesar de que se mostraron dominantes en cuanto al número de ejemplares en la muestra, la diversidad de este grupo fue baja, con tan solo 5 morfoespecies agrupadas en 4 familias. La gran cantidad de ejemplares de la familia Sclerosomatidae que fueron encontrados, en comparación con el resto de las familias, puede deberse a su comportamiento gregario (Machado y Macías-Ordoñez, 2007); se ha observado que ejemplares de la familia Cosmetidae, la segunda familia más abundante en este estudio, a menudo se refugian juntos bajo rocas y troncos.

Los miembros de la subfamilia Ortholastimatinae, a la que pertenece la única especie de Nemastomatidae colectada en el presente estudio, son considerados raros, con la mayoría de las especies mexicanas habiendo sido descritas con base a uno o pocos organismos (Shear, 2010). Particularmente, la especie recolectada, *Trilasma ranchonuevo* Shear, 2010, fue descrita a partir de un solo ejemplar macho (Shear, 2010). En total se colectaron 66 ejemplares de esta especie.

El orden Araneae fue representado en los muestreos por 2183 ejemplares, lo cual representa un 31.826% de la muestra. A pesar de comprender menos de la mitad del porcentaje de los segadores, las arañas tuvieron una mayor diversidad, pues se encontraron 80 morfoespecies agrupadas en 34 familias. Entre las familias de arañas migalomorfas (aquellas con quelíceros paraxiales) se colectaron ejemplares de las familias Euagridae, Euctenizidae, Halonoproctidae, Nemesiidae y Theraphosidae. Si bien durante el trabajo de campo se pudieron observar ejemplares de Euagridae, Nemesiidae y Theraphosidae, aquellas arañas de las familias Euctenizidae y Halonoptoctidae son mucho más crípticas y sedentarias ya que viven en tubos de seda dentro de la tierra, por lo que su presencia solo fue revelada tras revisar las trampas; en su mayoría, los ejemplares fueron machos adultos errantes. Esto vuelve a las trampas *Pitfall* un excelente medio para colectar estas arañas las cuales rara vez pueden ser encontradas con colecta manual.

El número de familias registradas en este estudio es similar al reportado por Ramírez-García (2018) para la misma zona; las familias ausentes en ese estudio fueron Cheiracanthiidae, Corinnidae, Dictynidae, Euagridae, Euctenizidae, Gnaphosidae, Halonoproctidae, Liocranidae, Miturgidae, Nemesiidae, Phrurolithidae, Trachelidae, Zoropsidae y Zodariidae. Esto se considera normal debido a que la técnica empleada fue la colecta activa, la cual generalmente tiene un sesgo positivo hacia aquellos organismos fáciles de observar (Ferro y Flick, 2015).

El hecho de que un tenderapo haya caído en una trampa *Pitfall* es un evento sorprendente, pues estos no suelen merodear en el suelo y por lo general son demasiado cautelosos al desplazarse (Weygoldt, 2000). Se explora la posibilidad de que el tenderapo, al intentar escapar de algún depredador, haya corrido y caído en la trampa, tal como lo teoriza Weygoldt (2000).

Los falsos alacranes encontrados fueron muy pocos comparados con los opiliones y las arañas. En un estudio similar hecho en Florida, EE. UU. se encontraron un total de 41 ejemplares de este orden durante un año de colectas con trampas *Pitfall* (Corey y Taylor, 1987), además, estudios de diversidad enfocados a falsos alacranes han empleado este tipo de trampas (no se especificaron cuantos ejemplares colectaron usando este método) (Romero-Ortiz et al. 2019). Aunque pudiera teorizarse que debido a su pequeño tamaño estos organismos se pasaron por alto al analizar las muestras, se pudieron observar y separar organismos mucho más pequeños que ellos (e.g. Collembola, Diplura) e incluso ejemplares, si bien de mayor talla, mucho más crípticos (e.g. Nemastomatidae, Zopheridae), por lo que se asume que no hubo sesgo de este tipo. Durante el trabajo de campo se encontraron falsos alacranes tanto en el suelo como sobre escarabajos de la familia Cerambycidae.

Carrell y Britt (2009) reportan que comúnmente encontraron vinagrillos en sus estudios con trampas *Pitfall* en Florida, EE. UU.; fuera de esto, no se encontró más información sobre la efectividad de este tipo de trampas en vinagrillos.

Si bien se esperaba la presencia de ejemplares de los órdenes Ricinulei, Schizomida, Palpigradi o Escorpiones, los cuales todos fueron observados mientras se colocaban las trampas, ningún ejemplar de estos órdenes fue capturado.

7.2. Interacción con estratos vegetales y altitud

Las familias Cosmetidae y Sclerosomatidae son representantes típicos de la opiliofauna del Neártico, extendiéndose desde el centro de EE. UU., pasando por México, hasta Centro y Sudamérica; Nemastomatidae se distribuye en Asia oriental, Norteamérica y una parte de Centroamérica; Stygnopsidae es Neotropical, distribuyéndose en México y el norte de Centroamérica. Esta combinación de familias ejemplifica a la perfección la mezcla faunística encontrada en la transición del Neotrópico y Neártico del área de estudio (Pinto da Rocha y Giribet, 2007). La familia Sclerosomatidae resultó ser la más abundante, con 3544 ejemplares, de estos, la mayoría fueron colectados en el estrato de BE (1635), seguido de cerca por el estrato de BM (1543). Curiosamente, a pesar de que la mayor diversidad de este grupo es reportada en zonas tropicales (Machado et al. 2007; Giribet y Kury, 2007), no se colectó ningún ejemplar en el estrato vegetal correspondiente al BT.

Entre las arañas araneomorfas (aquellas con quelíceros diaxiales) se considera que Araneidae, Hersiliidae, Philodromidae, Sparassidae y Tetragnathidae fueron resultado de capturas accidentales, esto se debe a que Araneidae y Tetragnathidae son tejedoras de telarañas orbitales (Levi y Hormiga, 2017; Levi y Kallal, 2017); a que Hersiliidae y Philodromidae (Cutler, 2017; Dondale, 2017b) están más asociada a vegetación; y que Sparassidae, además de estar más asociada a la vegetación, es una hábil trepadora de superficies lisas (Lew, 2017). Muy probablemente estas capturas no fueron debido a que las arañas se encontraban caminando en el suelo al nivel de las trampas, sino que cayeron desde la vegetación aledaña. El resto de las familias encontradas tienen un estilo de vida más terrestre y errante, acorde a lo que comúnmente se captura usando las trampas *Pitfall* (Uetz y Unzicker, 1976; Martínez-Martínez et al. 2016). Algunas familias de arañas reportadas para la zona (Ramírez-García, 2018) que no fueron colectadas por las trampas *Pitfall* durante este estudio fueron Deinopidae, Filistatidae, Mimetidae, Selenopidae, Senoculidae, Sicariidae, Theridiosomatidae y Uloboridae; de estas, solo Sicariidae y Theridiosomatidae son habitantes del suelo.

Las familias Cheiracanthiidae, Philodromidae y Plectreuridae solo fueron recolectadas en el estrato de BE. Las familias Euagriidae, Liocranidae y Pisauridae solo fueron recolectadas en el estrato de BM. Y las familias Oxyopidae, Scytodidae, Segestriidae,

Sparassidae y Trachelidae solo fueron recolectadas en el estrato de BT. Martínez-Martínez et al. (2016) menciona que la mayoría de las arañas colectadas en su estudio en un ecosistema tropical en Oaxaca fueron capturadas con trampas *Pitfall*, aunque solo reportó siete familias; por su parte, Cruz et al. (2017) en Argentina reportó 19 familias en un ecosistema subtropical, mencionando que las más abundantes en su estudio fueron Anyphaenidae, Lycosidae, Oonopidae, Philodromidae y Zodariidae. Como menciona Uetz y Unzicker (1976), los estudios con trampas *Pitfall* son más exitosos capturando formas errantes terrestres, no tanto así con formas sedentarias que tienen telarañas o que construyen trampas.

7.3 Interacción con la perturbación

Si bien se encontraron números similares en las zonas perturbadas y conservadas en los estratos de BP y BM, en el estrato de BE se encontraron casi el doble de ejemplares en la zona conservada. Este último resultado se apega a lo encontrado por Bragagnolo et al. (2007) en segadores del Atlántico brasileño; la distribución de los segadores de la familia Cosmetidae en el área de estudio tuvo un patrón similar. El único Stygnopsidae encontrado fue recolectado en una zona conservada. Contradiendo lo reportado por Bragagnolo et al. (2007), se encontró que los segadores de la familia Nemastomatidae fueron mucho más abundantes en las zonas perturbadas de los estratos de BE y BP, que en las conservadas de estos mismos; estos segadores son diminutos, crípticos y permanecen ocultos en la hojarasca, por lo que se piensa que, al haber menos hojarasca por la tala en los estratos perturbados, estos cayeron más fácilmente en las trampas; se tiene esta hipótesis debido a que sería difícil asociar su abundancia a zonas perturbadas ya que es algo de lo que no tiene precedente para el grupo (Bragagnolo et al. 2009; Nogueira et al. 2019).

En todas las zonas perturbadas se encontró al menos un ejemplar de *Menemerus bivittatus* Dufour, 1831 (Salticidae), esta araña nativa de África está fuertemente asociada con actividad humana; es una excelente colonizadora, a tal grado que se considera que tiene una distribución pantropical o incluso cosmopolita (Edwards, 2000; Mariante y Hill, 2020). La presencia de esta especie exclusivamente en las áreas perturbadas nos hace teorizar que requieren de la perturbación humana para establecerse; por lo cual, se le considera como una especie indicadora de perturbación antrópica. Junto con *M. bivittatus*, otras especies exóticas fueron capturadas en las trampas ubicadas en las zonas perturbadas, entre ellas se encuentra la araña *Plexippus paykulli* Audouin, 1826 de la familia Salticidae, los milpiés *Asiomorpha coarctata* (De Saussure, 1860), *Chondromorpha xanthotricha* (Attems, 1898) y *Oxidus gracilis* (C.L. Koch, 1847), miembros de la familia Paradoxosomatidae, las cucarachas *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) y *Periplaneta australasiae* (Fabricius, 1775), miembros de la familia Blattidae, así como *Pycnoscelus surinamensis* (Linnaeus, 1758), miembro de la familia Blaberidae. Los milpiés fueron reportados en un artículo titulado “**New state records of exotic flat-backed millipedes (Diplopoda: Polydesmida:**

Paradoxosomatidae) in Mexico, with two cases of predation upon the greenhouse millipede *Oxidus gracilis* (C.L. Koch, 1847)” (Anexo III A) aceptado por la revista *Entomological News*; mientras que las cucarachas fueron reportadas en un artículo titulado **“Nuevos registros de cucarachas (Insecta: Blattodea) exóticas del noreste de México, con una clave de identificación ilustrada para las especies de Blattidae de Norteamérica”** (Anexo III B), publicado en la revista *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* (de Luna et al. 2021a). Que estas especies exóticas hayan sido registradas exclusivamente en zonas perturbadas nos brinda un panorama más claro de como estos organismos aprovechan la actividad humana para establecerse en nuevas zonas (Edwards, 2000; Mariante y Hill, 2020).

7.4 Publicaciones realizadas en el área de estudio durante el muestreo de arácnidos

Las especies de las familias Nemesiidae, Halonoproctidae y Euctenizidae representan taxones no descritos, para remediar esto, una publicación titulada “A new *Mexentypesa* Raven, 1987 (Araneae: Nemesiidae) from Tamaulipas, Mexico” se encuentra en preparación para ser enviada a la *Revista Chilena de Entomología*. Además, se planea redactar otros dos manuscritos para describir las especies nuevas de los géneros *Cyclocosmia* Ausserer, 1871 (Halonoproctidae) y *Entychides* Simon, 1888 (Euctenizidae). Trabajos anteriores con el género *Cyclocosmia* en México nunca consideraron que pudiera haber más de una especie en el país (de Luna et al. 2021); los ejemplares colectados durante el presente estudio son mucho más pequeños que *Cyclocosmia loricata* (C.L. Koch, 1842) (la única especie descrita para nuestro territorio) (de Luna et al. 2021), poniendo en evidencia que el grupo es más diverso de lo que originalmente se pensó, y que una revisión más profunda es necesaria para clarificar su estatus taxonómico.

Una dificultad que se hizo presente al momento de analizar los ejemplares fue que las claves empleadas (Ubick et al. 2017a) no se acoplaban bien con los ejemplares que se revisaron, esto en particular es cierto para las familias Linyphiidae y Theridiidae, cuyos géneros no pudieron ser determinados, y la especie del género *Mexentypesa*, que difiere en muchos aspectos a los Nemesiidae encontrados en EE. UU. Esto se debe a que con Norteamérica, los autores de dichas claves toman solo a EE. UU. y Canadá y no a México, donde se encuentran numerosos taxones afines al Neotrópico. Por esta razón la clave desarrollada para este proyecto (Anexo I) contempla ambas faunas, la Neártica y Neotropical, e incluye familias encontradas en el suroeste de EE. UU. (Arizona, California, Nuevo México y Texas) así como los países centroamericanos de Belice y Guatemala las cuales aún no se reportan en México, aunque tienen el potencial de estar presentes.

Durante el trabajo de campo se observó al tenderapo *P. pococki* depredando al milpiés *C. xanthotricha* y a la cochinilla invasora *Cubaris murina* Brandt, 1833 (Armadillidae), esta observación derivó en un artículo titulado “**Depredación por *Paraphrynus pococki* (Amblypygi) sobre dos artrópodos detritívoros exóticos en Tamaulipas, México**” (Anexo III C) publicada por la revista *Revista Ibérica de Aracnología* (de Luna et al. 2021b).

También se observó al vinagrillo *Mastigoproctus cinteotl* depredando a la babosa *Sarasinula plebeia* (Fischer, 1868) (Veronicellidae), lo cual derivó en un artículo titulado **“Depredación de la babosa *Sarasinula plebeia* (Gastropoda: Veronicellidae) por el vinagrillo *Mastigoproctus cinteotl* (Arachnida: Thelyphonida) en Tamaulipas, México”** (Anexo III D) publicado por la revista *Revista Ibérica de Aracnología* (de Luna et al. 2021b)

Se hizo un nuevo registro de hospedero y de localidad para el gusano lengua *Kiricephalus coarctatus* (Diesing, 1850) en **“A new record of the tongue worm *Kiricephalus coarctatus* (Diesing, 1850) parasitizing the Texas indigo snake *Drymarchon melanurus erebennus* (Cope, 1861) in Nuevo Leon and Tamaulipas, northeast Mexico”** (Anexo III E), publicado por la revista *Herpetology Notes* (de Luna et al. 2021c).

Se hizo un listado preliminar de mantis para dicha localidad en **“Mantodea diversity of “El Cielo” Biosphere Reserve, Gomez Farías, Tamaulipas, Mexico”** (Anexo III F) publicado por la revista *Metaleptea* (de Luna, 2022).

Se registró la duela *Polystoma naevius* Caballero y Cerecero 1941 en **“*Smilisca baudinii* (Common Mexican treefrog) Endoparasites”** (Anexo III G) (de Luna et al. 2022a) y se registra una presa nueva (*S. plebeia*) para la caracolera terrestre en **“*Geophis sartorii* (Terrestrial snail sucker) Diet”** (Anexo III H) (de Luna y García-Barrios, 2022), ambos publicados por la revista *Herpetological Review*; los artículos titulados **“*Rhinella horribilis* (Mesoamerican cane toad) Predation”** (Anexo III I) y **“*Tropidodipsas fasciata* (Banded snail sucker) Diet”** (Anexo III J) también fueron aceptados por esta misma revista.

Registros de gusanos lengua de esta localidad aportaron datos para la publicación de **“Tongue worm parasites of North American herpetofauna: checklist of species, identification key, and new state and host records from Mexico”** (Anexo III K) que fue aceptado por la revista *Journal of Parasitology*.

Registros de planarias cabeza de martillo de esta localidad fueron publicados en **“New records of invasive hammerhead flatworms (Platyhelminthes, Geoplanidae, Bipaliinae) from Mexico using a citizen science platworm, with an identification key to the species found in North America”** (Anexo III L), publicado por la revista *Check List* (de Luna et al. 2022c).

Finalmente, un registro de depredación hacia *Smilisca baudinii* por parte de una chinche de la familia Belostomatidae fue documentado, el cual fue publicado en la revista *Herpetology Notes* bajo el título “**Three new records of giant water bugs as predators of herpetofauna in North America, with a compilation of records from the New World**” (Anexo III M) (de Luna et al. 2022d).

Las especies exóticas invasoras son taxones cuya introducción y propagación fuera de sus áreas de distribución naturales suponen un riesgo para la biodiversidad o tienen otras consecuencias negativas imprevistas. Además, las especies exóticas invasoras tienen efectos perjudiciales para la salud animal y humana, con consecuencias considerables para el bienestar de las personas, incluidas muertes en algunos casos, pero también causan costos personales y económicos debido al tratamiento médico y las ausencias por enfermedad. Las trampas Pitfall detectaron varias especies introducidas, particularmente, la araña saltarina cosmopolita *Mennemerus bivittatus* fue detectada en todos los puntos perturbados al menos una vez, no así en puntos sin perturbación antrópica, esta especie proveniente del Viejo Mundo ha sido introducida por el ser humano alrededor del mundo, sin embargo, la particular relación de esta especie con ambientes antropizados la vuelve un posible indicador de perturbación, volviéndola una especie importante en cuestiones de manejo forestal. Futuras investigaciones podrían indagar los factores que hacen a esta especie un buen colonizador, así como aquellos que le impiden colonizar ecosistemas no perturbados en el área de estudio. Una investigación que profundice en la ecología de *Menemmerus bivittatus* en el área de estudio podría llevarse a cabo para conocer el posible impacto que esta especie puede causar en el ecosistema, ya sea desplazando y consumiendo especies nativas o compitiendo con ellas. A diferencia de sus parientes *Menemerus semilimbagus* (Hahn, 1827) y *Menemerus taeniatus* (L. Koch, 1876) (Huseynov 2003 2005), la dieta de esta especie no se ha documentado, por lo que otra posible investigación consistiría en la compilación de los registros conocidos y complementarlos obteniendo nuevos registros ya sea en campo o cautiverio.

El identificar adecuadamente las especies de arácnidos contribuye al mejor manejo de los recursos naturales, pudiendo identificar especies indicadoras cuya presencia conlleve a la determinación del estado de perturbación del ecosistema; debido a esto se generaron claves de identificación para las familias del orden más abundante (orden Opiliones) así como el más diverso (orden Araneae).

Se recomienda que una investigación con la misma metodología (un año de muestreo con trampas Pitfall) vuelva a realizarse en un futuro en la misma área de estudio para ver los cambios en la estructura de las comunidades de arácnidos, esto podrá reflejar los cambios hechos al ecosistema.

8. CONCLUSIONES

La abundancia de arácnidos de suelo es mayor en el bosque mesófilo de montaña ya que se obtuvo un mayor tamaño de muestra en este estrato vegetal.

La abundancia de arácnidos de suelo es mayor en el rango medio de altitud. Se encontró un mayor tamaño de muestra en este rango de altitud, esto muy probablemente debido a que se mezclan dos tipos de vegetación (BE y BP).

Las especies de arácnidos de suelo son más abundantes durante los meses de primavera ya que se obtuvo un mayor tamaño de muestra en el mes de marzo.

La diversidad de especies de arácnidos nativos es mayor en las áreas conservadas.

La diversidad de especies de arácnidos introducidos es mayor en las áreas perturbadas. No se detectaron especies introducidas en las áreas conservadas, solo fueron detectadas en las zonas perturbadas. Como *Menemerus bivittatus* fue colectada en todos los puntos perturbados en algún punto del año, mas no así en los puntos conservados, se considera que su presencia es una señal de perturbación antrópica.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Agnarsson, I. y H.W. Levi. 2017. 65 Theridiidae. Pp. 256–269. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Aguiñaga-Ayala, M.A. 2009. Catálogo de opiliones (Arachnida: Opiliones) de la familia Cosmetidae del noreste de México con base en la Colección Aracnológica FCB-UANL. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Nuevo León. 60 p.
- Armas, L.F. de. 2006. Los amblopígididos o tenderapos de México (Arachnida: Amblypygi). Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa 39: 345–359.
- Ávalos, G., G.D. Rubio, M.E. Bar y A. González. 2007. Arañas (Arachnida, Araneae) asociadas a dos bosques degradados del Chaco húmedo en Corrientes, Argentina. Revista de Biología Tropical 55(3-4):899-909.
- Ballesteros, J.A. y P.P. Sharma. 2019. A critical appraisal of the placement of Xiphosura (Chelicerata) with account of known sources of phylogenetic error. Systematic Biology 68(6):896-917.
- Bardgett, R.D. 2002. Causes and consequences of biological diversity in soil. Zoology 105(2002):367-374.
- Barrales-Alcalá, D., O.F. Francke y L. Prendini. 2018. Systematic revision of the giant vinegaroons of the *Mastigoproctus giganteus* complex (Thelyphonida: Thelyphonidae) of North America. Bulletin of the American Museum of Natural History 418: 1–62.
- Beccaloni, J. 2009. Arachnids. University of California Press. Los Angeles, EE. UU. 320 p.
- Benedict, E.M. 1979. Pseudoscorpions of the family Cheliferidae from Oregon (Pseudoscorpionida, Cheliferoidea). Journal of Arachnology 7: 187–198.
- Bell, J.R., S. Gates, A.J. Houghton, D.W. Macdonald y H. Smith. 1999. Pseudoscorpions in field margins: effects of margin age, management and boundary habitats. The Journal of Arachnology 27:236-240.

- Bennett, R.G. 2017. 26 Dictynidae. Pp. 105–111. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Bennett, R.G. y D. Ubick. 2017. 12 Agelenidae. Pp. 64–68. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Bond, J.E. 2017. 8 Euctenizidae. Pp. 55–57. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Bond, J.E. y B.E. Hendrixson. 2017. 6 Ctenizidae. Pp. 51–52. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Brady, A.R. y A.J. Santos. 2017. 48 Oxyopidae. Pp. 205–207. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Bragagnolo, C., A.A. Nogueira, R. Pinto-da-Rocha, R. Pardini. 2007. Harvestmen in an Atlantic forest fragmented landscape: Evaluating assemblage response to habitat quality and quantity. *Biological Conservation* 139:389-400.
- Carico, J.A. 2017. 53 Pisauridae. Pp. 218–219. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Cokendolpher, J.C. y V.F. Lee. 1993. Catalogue of the Cyphopalpatores and bibliography of the harvestmen (Arachnida, Opiliones) of Greenland, Canada, U.S.A., and Mexico. Vintage Press, Lubbock, EE. UU. 82 p.
- Coyle, F.A. 2017. 7 Dipluridae. Pp. 53–54. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.

- Cruz I.G., V.M. Torres, A.X. González-Reyes y J.A. Corronca. 2017. Eficiencia de trampas de caída y suficiencia taxonómica en comunidades de arañas (Araneae) epigeas en tres ecorregiones del noroeste argentino. *Revista de Biología Tropical* 661: 204–217.
- Cruz-López, J.A. y O.F. Francke. 2020. Two new genera of epigean harvestmen (Opiliones, Stygnopsidae) from Oaxaca, Mexico, with an identification key for the stygnopsine genera. *Zootaxa* 4748(3): 431–454.
- Cushing, P.A. 2017. 1 Introduction. Pp. 1–29. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. *Spiders of North America: an identification manual* 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Cutler, B. 2017. 33 Hersiliidae. Pp. 128–129. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. *Spiders of North America: an identification manual* 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- de Luna, M. de 2022. Theodore J. Cohn Research Grant Reports: Mantodea diversity of “El Cielo” Biosphere Reserve, Gomez Farías, Tamaulipas, Mexico. *Metaleptea* 42(2):9–11.
- de Luna, M. de, R. García-Barrios y G. Cuéllar-Rodríguez. 2021a. Nuevos registros de cucarachas (Insecta: Blattodea) exóticas del noreste de México, con una clave de identificación ilustrada para las especies de Blattidae de Norteamérica. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 37(e3712405):1–13.
- de Luna, M. de, R. García-Barrios, J. Madrazo-Fanti y D. Ortega-Gaytán. 2021b. Depredación de la babosa *Sarasinula plebeia* (Gastropoda: Veronicellidae) por el vinagrillo *Mastigoproctus cinteotl* (Arachnida: Thelyphonida) en Tamaulipas, México. *Revista Ibérica de Aracnología* 38: 196–198.
- de Luna, M. de, R. García-Barrios, D. Montoya-Ferrer y G. Cuéllar-Rodríguez. 2021c. A new record of the tongue worm *Kiricephalus coarctatus* (Diesing, 1850) parasitizing the Texas indigo snake *Drymarchon melanurus erebennus* (Cope, 1861) in Nuevo León and Tamaulipas, northeast Mexico. *Herpetology Notes* 14: 765–767.
- de Luna, M. de y R. García-Barrios. [2022] *Geophis sartorii* (Terrestrial snail sucker) Diet. *Herpetological Review* 53:509–510.

- de Luna, M. de, R. García-Barrios, G. Guajardo-Martínez y D. Lazcano. 2022a *Smilisca baudinii* (Common Mexican treefrog) Endoparasites. *Herpetological Review* 53:303.
- de Luna, M. de, R. García-Barrios y J. Madrazo-Fanti. 2022b Depredación por *Paraphrynus pococki* (Arachnida: Amblypygi) a dos artrópodos detritívoros exóticos en Tamaulipas, México. *Revista Ibérica de Aracnología* 40:199–200.
- de Luna, M. de, R. García-Barrios, P. Ovalle y P.K. Boll. 2022c New records of invasive hammerhead flatworms (Platyhelminthes, Geoplanidae, Bipaliinae) from Mexico using a citizen science platform, with an identification key to the species found in North America. *Check List* 18(5):925–935.
- de Luna, M, R. García-Barrios, P. Sommers, C. Navarro-Azepeitia & J. Muldoon. 2022d. Three new records of giant water bugs as predators of herpetofauna in North America, with a compilation of records from the New World. *Herpetology Notes* 15:741–746.
- Dondale, C.D. 1990. 17 Litter Araneae (Araneidae). Pp. 477–502. En: Dindal, D.L. *Soil Biology Guide*. John Wiley & Sons, EE. UU.
- Dondale, C.D. 2017a. 39 Lycosidae. Pp. 178–182. En Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. *Spiders of North America: an identification manual* 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Dondale, C.D. 2017b. 49 Philodromidae. Pp. 208–209. En Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. *Spiders of North America: an identification manual* 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Draney, M.L. y D.J. Buckle. 2017. 37 Linyphiidae. Pp. 137–175. En Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. *Spiders of North America: an identification manual* 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Edgar, A.L. 1990. 19 Opiliones (Phalangida). Pp. 529–582. En: Dindal, D.L. *Soil Biology Guide*. John Wiley & Sons, EE. UU.
- Edwards, G.B. 2000. Jumping spiders, gray wall jumper, and pantropical jumper *Menemerus bivittatus* (Dufour) and *Plexippus paykulli* (Audouin) (Arachnida: Araneae: Salticidae). U.S. Department of Agriculture EENY-158: 1–3.

- Ferro, M.L. y A.J. Flick. 2015. "Collection bias" and the importance of natural history collections in species habitat modelling: a case study using *Thoracophorus costalis* Erichson (Coleoptera: Staphylinidae: Osoriinae), with a critique of GBIF.org. The Coleopterist Bulletin 69(3): 415–425.
- Giribet, G. y A. Kury. 2007. 3 Phylogeny and biogeography. Pp. 62–87. En: Pinto de Rocha, R., G. Machado y G. Giribet. *Harvestmen: The biology of Opiliones*. Harvard University Press, EE. UU.
- Gobierno del estado de Tamaulipas e Instituto de Ecología Aplicada UAT. 2013. Programa de manejo de la Reserva de la Biósfera El Cielo Primera Edición. 264pp.
- Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. 1995. Reservas de la biósfera y otras áreas protegidas de México. Instituto de Ecología – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F., México.
- Hoffman, A. 2003. El maravilloso mundo de los arácnidos. Fondo Económico de Cultura, Ciudad de México, México. 167 p.
- Huber, B.A. 2017. 50 Pholcidae. Pp. 210–212. En Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. *Spiders of North America: an identification manual* 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Huseynov, E.F (not Guseinov). 2003. Natural prey of the jumping spider *Menemerus semilimbatus* (Hahn, 1827) (Araneae: Salticidae), with notes on its unusual predatory behavior. European Arachnology Special Issue 1: 93–100.
- Huseynov, E.F. 2005. Natural prey of the jumping spider *Menemerus taeniatus* (Araneae: Salticidae). European Journal of Entomology 797–799.
- Jocque, R. y A. Dippenaar-Schoeman. 2006. Spider families of the world. RMCA, Sudáfrica. 336 p.
- Lapp, J.T. y C.D. Dondale. 2017. 67 Thomisidae. Pp. 272–277. En Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. *Spiders of North America: an identification manual* 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Lethmate, J. 2005. Stickstoff-Regen. Ein globales Eutrophierungs-experiment. Biologie in unserer Zeit 35: 108–117.

- Levi, H.W. y G. Hormiga. 2017. 64 Tertagnathidae. Pp. 252–255. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. *Spiders of North America: an identification manual* 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Levi, H.W. y R.J. Kallal. 2017. 17 Araneidae. Pp. 77–84. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. *Spiders of North America: an identification manual* 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Lew, S.E. 2017. 61 Sparassidae. Pp. 245–247. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. *Spiders of North America: an identification manual* 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Machado, G., R y R. Macías-Ordóñez. 2007. 11 Social behavior. Pp. 400–413. *En*: Pinto de Rocha, R., G. Machado y G. Giribet. *Harvestmen: The biology of Opiliones*. Harvard University Press, EE. UU.
- Machado, G., R. Pinto da Rocha y G. Giribet. 2007. 1 What are harvestmen?. Pp. 1–13. *En*: Pinto de Rocha, R., G. Machado y G. Giribet. *Harvestmen: The biology of Opiliones*. Harvard University Press, EE. UU.
- Mariante, R.M. y D.E. Hill. 2020. First report of the Asian jumping spider *Menemerus nigli* (Araneae: Salticidae: Chrysillini) in Brazil. *Peckhamia* 205(1): 1–21.
- Marquez-Luna, J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 37: 385–408.
- Martínez-Martínez, L.M., E.M. Colón-García, M.A. García-García, R. Jarquín-López y J.A. Sánchez-García. Riqueza de especies y gremios de arañas (Chelicerata: Araneae) en mono y policultivos de maíz, en Reyes Mantecón, Oaxaca. *Entomología Mexicana* 3: 64–69
- Muchmore, W.B. 1990. 18 Psudoscorpionida. Pp. 503–528. *En*: Dindal, D.L. *Soil Biology Guide*. John Wiley & Sons, EE. UU.
- Mullinex, C.L. 1975. Revision of *Paraphrynus* Moreno (Amblypygi: Phrynidae) for North America and the Antilles. *Occasional papers of the California Academy of Sciences* 116: 1–79

- Nogueira, A. do A., C. Bragagnolo, M.B. Dasilva, L.S. Carvalho, A.R. Benedetti y R. Pinto-da-Rocha. 2019. Insect Conservation and Diversity 12(5): 1–13.
- Pinto de Rocha, R. y G. Giribet. 2007. 4 Taxonomy. Pp.88–246. *En*: Pinto de Rocha, R., G. Machado y G. Giribet. *Harvestmen: The biology of Opiliones*. Harvard University Press, EE. UU.
- Pocock, R.I. 1902. Biologia Centrali-Americana. Arachnida: Scorpiones, Pedipalpi, and Solifugae. *Société entomologique Zurich*, 1: 1–76.
- Prentice, T.R. y B.E. Hendrixson. 2017. 11 Theraphosidae. Pp. 62–63. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. *Spiders of North America: an identification manual* 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Ramírez-García, R.A. 2018. Diversidad de la fauna araneológica de la Reserva de la Bió[s]fera El Cielo, municipio de Gómez Farías, Tamaulipas, México. Tesis de Licenciatura, Tecnológico Nacional de México. 65 p.
- Raven, R.J. 1987. A new mygalomorph spider genus from Mexico (Nemesiinae, Nemesiidae, Arachnida). *Journal of Arachnology* 14:357–362.
- Reta-Heredia, I., E. Jurado, M. Pando-Moreno, H. González-Rodríguez, A. Mora-Olivo y E. Estrada-Castillón. 2018. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9(50): 251-273.
- Richman, D.B. 2017a. 51 Phrurolithidae. Pp. 213–214. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. *Spiders of North America: an identification manual* 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Richman, D.B. 2017b. 69 Trachelidae. Pp. 279–280. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. *Spiders of North America: an identification manual* 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Richman, D.B, G.B. Edwards y B. Cutler. 2017. 56 Salticidae. Pp. 224–236. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. *Spiders of North America: an identification manual* 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.

- Richman, D.B. y D. Ubick. 2017. 16 Anyphaenidae. Pp. 75–76. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Romero-Ortiz, C., F. García, E. Villarreal. 2019. Checklist of false Scorpions (Arachnida: Pseudoscorpiones) of Colombia, with new records and a key to the identification of families. *Zootaxa* 4711: 107–139.
- Rowland, J.M. y J.A.L. Cooke. 1973. Systematics of the arachnid order Uropygida (= Thelyphonida). *Journal of Arachnology* 1: 55–71.
- Salman, I.N.A. y L. Blaustein. 2018. Vegetation cover drives arthropod communities in Mediterranean/subtropical green roof habitats. *Sustainability* 4209:1-14.
- Sánchez-Ramos, R. Dirzo y M. Balcázar-Lara. 1999. Especificidad y herbivoría de lepidoptera sobre especies pioneras y tolerantes del bosque mesófilo de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 78: 103-118.
- Shear, W.A. 2010. New species and records of ortholasmatine harvestmen from México, Honduras, and the western United States (Opiliones, Nemastomatidae, Ortholasmatinae). *ZooKeys* 52: 9–45.
- Townsend, V.R., C. Viquez, P. A. Vanzandt y D.N. Proud. Key to the species of Cosmetidae (Arachnida, Opiliones) of Central America, with notes on penis morphology and sexual dimorphisms. *Zootaxa* 2114: 1–26.
- Ubick, D. 2017a. 3 Key to spider families of North America north of Mexico. Pp. 30–46. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Ubick, D. 2017b. 31 Gnaphosidae. Pp. 118–123. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Ubick, D. 2017c. 54 Plectreuridae. Pp. 220–221. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.

- Ubick, D. 2017d. 57 Scytodidae. Pp. 237–238. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Ubick, D. 2017e. 58 Segestriidae. Pp. 239–240. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Ubick, D. y P.R. Craig. 2017. 73 Zodariidae. Pp. 288–289. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Ubick, D. y D.S. Dávila. 2017. 22 Ctenidae. Pp. 94–95. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Ubick, D. y D.B. Richman. 2017. 21 Corinnidae. Pp. 91–93. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Ubick, D., D.B. Richman y D.S. Dávila. 2017. 74 Zoropsidae. Pp. 290–293. *En* Ubick, D., P. Paquin, P.E. Cushing y V. Roth. Spiders of North America: an identification manual 2nd edition. American Arachnological Society, Princeton University Press, Princeton, EE. UU.
- Uetz, G.W. y J.D. Unzicker. 1976. Pitfall trapping in ecological studies of wandering spiders. *Journal of Arachnology* 3:101–111.
- Upton, M.S. y B.L. Mantle. Methods for collecting, preserving and studying insects and other terrestrial arthropods. Australian Entomological Society, Paragon Printers Australasia, Canberra. 81 p.
- Weygoldt, P. 1969. The biology of Pseudoscorpions. Harvard University Press, Cambridge, EE. UU.
- Weygoldt, P. 2000. The biology of whip spiders. Apollo Books, Stenstrup, Dinamarca.
- Wheater, C. P., y Cook, P. A. (2005). Using statistics to understand the environment (Routledge, Taylor & Francis e-Library ed.). Londres, Inglaterra: Routledge.

ANEXO I.

SECCIÓN A:

CLAVE PARA INFRAÓRDENES Y EL RESTO DE LAS SECCIONES

Esta clave se basa principalmente en la clave de Jocque y Dippenaar-Schoeman (2006) y Ubick (2017a) e incluye fauna de México así como el suroeste de EE. UU. (Arizona, California, Nuevo México y Texas) y el norte de Centroamérica (Belice y Guatemala).

1a.- Quelíceros paraxiales; con dos pares de pulmones a libro; patas robustas y generalmente cortas.....infraorden **MYGALOMORPHAE**: **Sección B**

-. Quelíceros diaxiales; usualmente con un solo par de pulmones a libro, aunque estos pueden estar ausentes, reemplazados por espiráculos; en el caso de presentar quelíceros oblicuos y dos pares de pulmones a libro, las patas son largas y esbeltas (familia Hypochilidae).....infraorden **ARANEOMORPHAE**: **2a**

2a.- Cribelo y calamistro presentes, este último puede encontrarse reducido.....**Sección C**

-. Cribelo y calamistro ausentes.....**3a**

3a.- Con seis, cuatro, o dos ojos.....**Sección D**

-. Con ocho o sin ojos.....**4a**

4a.- Tarsos con 2 garras.....**Sección E**

-. Tarsos con 3 garras.....**Sección F**

SECCIÓN B:
CLAVE PARA MYGALOMORPHAE

- 1b.- Tegumento escamoso que acumula partículas de sustrato, por lo que usualmente se encuentran cubiertas de este; pata I con 3 garras, el resto con 2 (conformación 3,2,2,2); género *Paratropis*.....Familia **PARATROPIDIDAE**
- .- Cuerpo sin dicho tegumento escamoso; tarsos de las patas con el mismo número de garras (conformación 2,2,2,2 o 3,3,3,3).....**2b**
- 2b.- Tarsos con 2 garras (conformación 2,2,2,2).....**3b**
- .- Tarsos con 3 garras (conformación 3,3,3,3).....**5b**
- 3b.- Garras del tarso con dos filas de dientes; género *Mexentypesa*.....
.....Familia **NEMESIIDAE**
- .- Garras del tarso con pocos o ningún diente, si hay varios, se encuentran en una sola fila..**4b**
- 4b.- Segmento apical de las hileras laterales a forma de domo; sin setas urticantes en el dorso del opistosoma; género *Thalerommata*.....Familia **BARYCHELIDAE**
- .- Segmento apical de las hileras laterales digitiforme; setas urticantes de morfología variable presentes en el dorso del opistosoma de la mayoría de las especies.....
.....Familia **THERAPHOSIDAE**
- 5b.- Porción anterodorsal del opistosoma con al menos un escudo esclerotizado, si este es poco notorio, los quelíceros son casi tan grandes como el carapacho.....**6b**
- .- Escudos esclerotizados del opistosoma ausentes; quelíceros no tan desarrollados.....**9b**
- 6b.- Segmento apical de las hileras laterales posteriores con pseudosegmentación, si se encuentra enteros, los enditos no se encuentran alargados..... **7b**
- .- Segmento apical de las hileras entero; enditos largos y curvados; género *Sphodros*.....
.....Familia **ATYPIDAE**

- 7b.- Segmento apical de las hileras laterales posteriores entero o con pseudosegmentación; si presenta pseudosegmentación, las hileras laterales anteriores se encuentran ausentes o presentan solo un segmento.....Familia **ANTRODIAETIDAE**
- . Segmento apical de las hileras laterales posteriores con pseudosegmentación; hileras laterales anteriores bisegmentadas.....**8b**
- 8b.- Hileras laterales posteriores de tres segmentos; género *Megahexura*.....
.....Familia **MEGAHEXURIDAE**
- . Hileras laterales posteriores de cuatro segmentos; género *Hexurella*.....
.....Familia **HEXURELLIDAE**
- 9b.- Rastelo ausente; hileras largas.....**10b**
- . Rastelo presente; hileras cortas.....**12b**
- 10b.- Aspecto interno del quelícero con órgano estridulatorio; género *Calisoga*.....
.....Familia **NEMESIIDAE**
- . Aspecto interno del quelícero sin órgano estridulatorio.....**11b**
- 11b.- Enditos con cúspulas; base del quelícero con dos líneas de dientes; género *Ischnothele*.....Familia **ISCHNOTHELIDAE**
- . Enditos sin cúspulas; base del quelícero con una sola línea de dientes; género *Euagrus*.....Familia **EUAGRIDAE**
- 12b.- Quelícero con ambos márgenes dentados.....**13b**
- . Quelícero con solo el promargen dentado, si ambos márgenes se encuentran dentados, los dientes del retromargen son obtusos.....**14b**

13b.- Esternón con 4 a 6 sigilas; género *Neocteniza*.....Familia **IDIOPIDAE**

-. Esternón con 2 sigilas.....Familia **HALONOPROCTIDAE**

14b.- Garras pareadas de la ♀ con una fila de dientes sinuosa; émbolo del macho se ensancha distalmente; retromargen de los quelíceros puede encontrarse dentado.....

.....Familia **EUCTENIZIDAE**

-. Garras pareadas de la ♀ con dos filas de dientes rectas; émbolo del macho no se ensancha de manera distal; retromargen de los quelíceros no dentado.....

.....Familia **CYRTAUCHENIIDAE**

SECCIÓN C:
CLAVE PARA ARANEOMORPHAE CRIBELADAS

- 1c.- Con dos pares de pulmones a libro; quelíceros oblicuos; patas muy alargadas; género *Hypochilus*.....Familia **HYPOCHILIDAE**
 -.- Con un par de pulmones a libro; quelíceros diaxiales; patas variables.....**2**
- 2c.- Tubérculo anal agrandado y bisegmentado, rodeado por una corona de setas largas y curvadas; tamaño pequeño; género *Oecobius*.....Familia **OECOBIIDAE**
 -.- Tubérculo anal normal, de un segmento, sin dichas setas; tamaño variable.....**3**
- 3c.- Labio fusionado al esternón; ojos en un grupo compacto; hileras localizadas de manera ventral; calamistro usualmente reducido.....Familia **FILISTATIDAE**
 -.- Labio libre; ojos, hileras y calamistro no como la clave anterior.....**4**
- 4c.- Ojos medios posteriores extremadamente agrandados; patas anteriores largas y esbeltas, tres o mas veces mas largas que el cuerpo; género *Deinopis*.....Familia **DEINOPIDAE**
 -.- Ojos medios posteriores no como los anteriores; patas usualmente no tan largas.....**5**
- 5c.- Sin ojos; algunas especies del género *Tengella*.....Familia **ZOROPSIDAE**
 -.- Con ojos.....**6**
- 6c.- Con cuatro ojos; pata I muy larga; género *Migrammopes*.....Familia **ULOBORIDAE**
 -.- Con más seis u ocho ojos.....**7**
- 7c.- Con seis ojos.....**8**
 -.- Con ocho ojos.....**10**
- 8c.- Haplogina; género *Archoleptoneta*.....Familia **LEPTONETIDAE**
 -.- Entelegina.....**9**

9c.- Cribelo entero; palpo del ♂ sin apófisis media.....	Familia DICTYNIDAE
-. Cribelo dividido; ♂ con palpo con apófisis media.....	Familia AMAUROBIIDAE
10c.- Tibia I y II con al menos cuatro pares de espinas ventrales.....	11
-. Tibia I y II con menos de cuatro pares de espinas ventrales.....	14
11c.- Fila de ojos posterior recurvada.....	12
-. Fila de ojos posterior recta.....	13
12c.- Fila de ojos anterior recurvado; ojos laterales anteriores diminutos, mucho mas pequeños que los ojos medios anteriores; género <i>Acanthoctenus</i>	Familia CTENIDAE
-. Fila de ojos anterior recta; ojos ojos laterales anteriores mas grandes que los ojos medios anteriores; género <i>Zoropsis</i>	Familia ZOROPSIDAE
13c.- Calamistro ocupa más del 70% de la longitud del metatarso IV; género <i>Titanoeca</i>	Familia TITANOECIDAE
-. Calamistro no ocupa mas de la mitad de la longitud del metatarso IV.....	Familia ZOROPSIDAE
14c.- Calamistro ocupa la mitad, o menos de la mitad de la longitud del metatarso IV.....	15
-. Calamistro ocupa más del 50% de la longitud del metatarso IV.....	16
15c.- Cribelo usualmente entero, si se encuentra dividido, entonces el carapacho presenta bandas laterales blanquecinas (algunas especies del género <i>Mallos</i>); patas con espinación reducida; palpo del ♂ sin apófisis media.....	Familia DICTYNIDAE
-. Cribelo dividido, carapacho sin bandas laterales blanquecinas; patas con espinas; bulbo del palpo del ♂ con una apófisis media.....	Familia AMAUROBIIDAE

- 16c.- Fémures de las patas II, III y IV con filas de largos tricobotrios; metatarso IV dorsalmente cóncavo con filas ventrales de espinas cortas.....Familia **ULOBORIDAE**
 -.- Fémures sin filas de largos tricobotrios; metatarso IV no modificado y sin filas ventrales de espinas.....**17**
- 17c.- Enditos convergiendo apicalmente; cribelo generalmente entero; patas usualmente con espinas.....Familia **DICTYNIDAE**
 -.- Enditos paralelos; cribelo dividido; patas sin espinas.....**18**
- 18c.- Metatarsos anteriores con 3-4 pares de espinas ventrales tan largas o mas largas que la anchura de dicho artejo; género *Badumna*.....Familia **DESIDAE**
 -.- Metatarsos anteriores con 5-15 pares de espinas ventrales mas cortas que la anchura de dicho artejo; género *Goeldia*.....Familia **TITANOECIDAE**

SECCIÓN D:

CLAVE PARA ARANEOMORPHAE ACRIBELADAS CON 2, 4 O 6 OJOS

1d.- Opistosoma con escudos dorsales, laterales y ventrales.....	
.....Familia TETRABLEMMIDAE	
-.- Opistosoma, si acaso, con un escudo dorsal.....	2d
2d.- Con seis ojos.....	3d
-.- Con cuatro o dos ojos.....	19d
3d.- Ojos en dos triadas bien separadas; patas largas con tarsos flexibles y usualmente con pseudosegmentación.....	Familia PHOLCIDAE
-.- Ojos acomodados de otra forma; si las patas son largas, los tarsos rara vez presentan pseudosegmentación.....	4d
4d.- Con cuatro ojos en la fila anterior y dos en la fila posterior, raramente agrupados; quelíceros con numerosos dientes.....	Familia LEPTONETIDAE
-.- Ojos acomodados de otra forma; quelíceros con ningún o pocos dientes.....	5d
5d.- Haplogina.....	6d
-.- Entelegina.....	13d
6d.- Quelíceros fusionados en la base, sin movimiento independiente.....	7d
-.- Quelíceros libres, con movimiento independiente.....	9d
7d.- Carapacho a forma de domo.....	Familia SCYTODIDAE
-.- Carapacho plano.....	8d

- 8d.- Carapacho a forma de pera con fila posterior de ojos fuertemente recurvada; tarsos con dos garras.....Familia **SICARIIDAE**
- .- Carapacho oval con fila posterior de ojos solo ligeramente recurvada; tarsos con tres garras.....Familia **DIGUETIDAE**
- 9d.- Cuerpo mayor a 5mm.....**10d**
- .- Cuerpo menor a 5mm.....**11d**
- 10d.- Esternón extendiéndose alrededor de las coxas de las patas.....Familia **DYSDERIDAE**
- .- Esternón normal.....Familia **SEGESTRIIDAE**
- 11d.- Espiráculos traqueales pareados, notorios y posicionados anteriormente, justo atrás del surco epigástrico; con o sin escudos en el dorso del opistosoma; colulus normal o conformado por un par de setas.....Familia **OONOPIDAE**
- .- Espiráculos traqueales pareados o solo uno, poco notorio y alejados del surco epigástrico; sin escudos en el dorso del opistosoma; colulus carnososo.....**12d**
- 12d.- Opistosoma con una cresta esclerotizada en la superficie dorsal anterior, justo por encima del pedicelo.....Familia **TELEMIDAE**
- .- Opistosoma sin dicha cresta.....Familia **OCHYRO CERATIDAE**
- 13d.- Quelíceros fusionados en casi todo su largo o solo cerca de la base; ♀ sin palpos, o a lo mucho, con palpos de un segmento.....Familia **SYMPHYTOGNATHIDAE**
- .- Quelíceros usualmente libres; ♀ con palpos normales.....**14d**
- 14d.- Opistosoma con escudo dorsal; menor a 2mm.....Familia **ANAPIDAE**
- .- Opistosoma sin escudo dorsal; mayores a 2mm.....**15d**
- 15d.- Hileras laterales anteriores que carecen de segmento apical..Familia **GNAPHOSIDAE**
- .- Hileras laterales anteriores con segmento apical.....**16d**

- 16d.- Tibias I y II con ninguna o pocas espinas ventrales.....17d
- . Tibias I y II con 2-3 pares de espinas ventrales.....18d
- 17d.- Tarso IV con peine ventral de cerdas aserradas; retromargen del quelícero con dientes pequeños.....Familia **NESTICIDAE**
- . Tarso IV sin peine ventral de setas aserradas; retromargen del quelícero con dientes fuertes.....Familia **LINYPHIIDAE**
- 18d.- Hileras laterales anteriores continuas, mas largas que las hileras laterales posteriores; si se encuentran separadas, entonces el segmento apical de las hileras puede ser largo (género *Yorima*) o el tegulo del bulbo del pedipalpo del macho presenta dos apófisis (género *Blabomma*).....Familia **CYBAEIDAE**
- . Hileras laterales anteriores separadas y mas cortas que las hileras laterales posteriores; el segmento apical de las hileras es corto; el ♂ presenta solo un solo apófisis en el tégulo del bulbo.....Familia **HAHNIIDAE**
- 19d.- Con dos o cuatro ojos; haplogina.....Familia **CAPONIIDAE**
- . Con cuatro ojos; entelegina.....20d
- 20d.- De alrededor de 1mm; ♀ con palpos de 1 segmento o ausentes; tarso IV sin peine ventral de cerdas aserradas.....Familia **SYMPHYTOGNATHIDAE**
- . Mayores a 1mm; ♀ con palpos normales; tarso IV con peine ventral de cerdas aserradas.....Familia **NESTICIDAE**

SECCIÓN E:

CLAVE PARA ARANEOMORPHAE ACRIBELADAS CON 0 U 8 OJOS Y DOS GARRAS

- 1e.- Ojos en tres filas con arreglo 4:2:2, rara vez en cuatro filas con arreglo 2:2:2:2 (género *Lyssomannes*); los ojos medios anteriores se encuentra agrandados....Familia **SALTICIDAE**
-.- Arreglo ocular diferente.....2e
- 2e.- Sin ojos; pequeñas (>3mm); haploginas; usualmente de color naranja, pueden tener pigmento reducido o incluso carecer de el.....Familia **OONOPIDAE**
-.- Usualmente con ojos, excepto algunas especies troglobias; tamaño variable, pero usualmente mayores a 3mm; haploginas o enteleginas; color variable.....3e
- 3e.- Patas laterígradas.....4e
-.- Patas progradas.....8e
- 4e.- Carapacho dorsoventralmente aplanado; fila anterior de ojos con 6, posterior con 2; género *Selenops*.....Familia **SELENOPIIDAE**
-.- Carapacho si acaso ligeramente aplanado; ojos sin el acomodo anterior.....5e
- 5e.- Patas I y II notoriamente mas largas y robustas que las patas III y IV; tarsos sin escópula; quelíceros sin dientes.....Familia **THOMISIDAE**
-.- Patas subiguales, aunque el par II puede ser el mas grande en algunos casos; tarsos con escópula; quelíceros con dientes o denticulos.....6e
- 6e.- Retromargen del quelícero sin dientes.....Familia **PHILODROMIDAE**
-.- Retromargen del quelícero dentado.....7e
- 7e.- Metatarsos con una membrana trilobada en posición dorsodistal que permite la extensión de los tarsos.....Familia **SPARASSIDAE**
-.- Metatarso sin dicha membrana; género *Lauricius*.....Familia **ZOROPSIDAE**

- 8e.- Tibias I y II con menos de 5 pares de fuertes espinas ventrales.....**9e**
 -- Tibias I y II con 5 o más pares de fuertes espinas ventrales.....**11e**
- 9e.- Carapacho mas largo que ancho; arañas asociadas a pastizales que viven entre las hojas; género *Tibellus*.....Familia **PHILODROMIDAE**
 -- Carapacho tan largo como ancho; arañas asociadas a desiertos, algunas a colonias de hormigas cosechadoras.....**10e**
- 10e.- Cuerpo usualmente cubierto de sustrato; ojos posteriores medios normales; no se encuentra asociada a colonias de hormigas cosechadoras; género *Homalonychus*.....Familia **HOMALONYCHIDAE**
 -- Cuerpo no cubierto de sustrato; ojos posteriores a forma de riñón; asociados a colonias de hormigas cosechadoras; género *Myrmecicultor*.....Familia **MYRMECICULTORIDAE**
- 11e.- Fila de ojos posterior se encuentra fuertemente recurvada.....**12e**
 -- Fila de ojos posterior variable, pero no fuertemente recurvada.....**14e**
- 12e.- Fila anterior fuertemente recurveada, con los ojos anteriores medios pequeños y continuos a los ojos posteriores medios, aparentando 3 filas.....Familia **CTENIDAE**
 -- Fila anterior recta o ligeramente recurveada, claramente 2 filas.....**13e**
- 13e.- Bulbo del palpo del ♂ con una división distal del tegulum, donde surge el émbolo; género *Odo*.....Familia **XENOCTENIDAE**
 -- Bulbo del palpo sin dicha división; género *Zora*.....Familia **MITURGIDAE**
- 14e.- Espiráculo traqueal ubicado en a la mitad del vientre del opistosoma; garras con mechones de setas lameliforme.....Familia **ANYPHAENIDAE**
 -- No como la clave anterior.....**15**

15e.- Hileras laterales anteriores que carecen de segmento apical...Familia GNAPHOSIDAE	
-. Hileras laterales anteriores con segmento apical.....	16e
16e.- Hileras laterales posteriores de dos segmentos, con su segmento distal cónico.....	17e
-. Hileras posteriores laterales de tres segmentos con su segmento distal truncado.....	18e
17e.- Patas cortas y robustas; sin triángulos precoxales.....Familia MITURGIDAE	
-. Patas largas y delgadas; con triángulos precoxales.....Familia CHEIRACANTHIIDAE	
18e.- Patas sin espinas; tibias I y II con cúspulas.....Familia TRACHELIDAE	
-. Patas con espinas; tibias sin cúspulas.....	19e
19e.- Tibias I y II con más de 4 pares de espinas ventrales.....	20e
-. Tibias I y II con menos de 4 pares de espinas ventrales.....	23e
20e.- Triángulos precoxales presentes.....	21e
-. Triángulos precoxales ausentes; género <i>Apostenus</i>Familia LIOCRANIDAE	
21e.- Tibia del palpo del ♂ con apófisis retrolateral complejo con múltiples ramificaciones; epigino de la hembra fuertemente esclerotizado.....Familia CORINNIDAE	
-. Tibia del palpo del ♂ con apófisis retrolateral simple, con 1 o 2 ramificaciones; epigino de la hembra débilmente esclerotizado.....	22e
22e.- Tibias I y II con alrededor de 40 pares de setas ventrales cortas; palpo del ♂ sin modificaciones ventrales en el fémur, provisto de un apófisis medio en el bulbo; género <i>Hesperocranum</i>Familia LIOCRANIDAE	
-. Tibias I y II con 5-6 pares de espinas ventrales; fémur del palpo del ♂ hinchado desprovisto de apófisis en el bulbo.....Familia PHRUROLITHIDAE	

23e.- Opistosoma con un escudo dorsal el cual es mas amplio en machos que en hembras.....Familia **CORINNIDAE**

-. Opistosoma sin escudos dorsales.....**24e**

24e.- Enditos cóncavos en aspecto interno; triángulos precoxales presentes.....Familia **CLUBIONIDAE**

-. Enditos rectos o convexos en aspecto interno; triángulos precoxales usualmente ausentes (excepto en algunas especies de *Hesperocranum*).....Familia **LIOCRANIDAE**

SECCIÓN F:

CLAVE PARA ARANEOMORPHAE ACRIBELADAS CON 0 U 8 OJOS Y TRES GARRAS

- 1f.- Ojos medios en una diada central, el resto acomodado en dos triadas laterales, pueden encontrarse ausentes en algunas especies troglobias; patas largas con tarsos usualmente con pseudosegmentación.....Familia **PHOLCIDAE**
- .- Ojos en diferente arreglo, pueden encontrarse ausentes en algunas especies troglobias; patas sin pseudosegmentación.....**2f**
- 2f.- Haplogina.....**3f**
- .- Entelegina.....**8f**
- 3f.- Sin ojos; quelíceros con numerosos dientes en el promargen y pocos dentículos en el retromargen; espiráculo traqueal cerca de las hileras; diminutas y carentes de pigmento.....
.....Familia **LEPTONETIDAE**
- .- Con ojos, salvo algunas especies troglobias; quelíceros diferentes; con pulmones a libro, si presentan espiráculos traqueales, son pareados y se encuentran cercanos al surco epigástrico; tamaño y pigmentación variable.....**4f**
- 4f.- Sin ojos; usualmente diminutas (2mm>).....**5f**
- .- Con ojos; mayores a 2mm.....**6f**
- 5f.- Opistosoma con una cresta esclerotizada en la superficie dorsal anterior, justo por encima del pedicelo.....Familia **TELEMIDAE**
- .- Opistosoma sin dicha cresta.....Familia **OCHYROCERATIDAE**
- 6f.- Ojos medios anteriores rodeados por los demás ojos; género *Calponia*.....Familia **CAPONIIDAE**
- .- Ojos en diferente arreglo.....**7f**

7f.- Quelíceros fusionados en la base; enditos convergentes.....	Familia PLECTREURIDAE
-.- Quelíceros libres; enditos paralelos o divergentes.....	Familia TETRAGNATHIDAE
8f.- Tarsos con uno o ningún tricobotrio.....	9f
-.- Tarsos con 2 o mas tricobotrios.....	19f
9f.- Hileras posteriores laterales con segmentos apicales largos, alrededor del mismo tamaño que el opistosoma; género <i>Neotama</i>	Familia HERSILIIDAE
-.- Hileras no como las anteriores.....	10f
10f.- Patas anteriores raptorales, los metatarsos y tibias I y II presentan una serie de fuertes espinas prolaterales; quelíceros con dientes agudos.....	Familia MIMETIDAE
-.- Patas anteriores normales; si los quelíceros presentan dientes, no son agudos.....	11f
11f.- Tarso IV usualmente con un peine ventral de cerdas aserradas (raramente es indistinto en hembras, puede ser indistinto en machos y juveniles); quelíceros usualmente con una extensión basal; epigino de la ♀ sin escapo.....	12f
-.- Tarso IV sin dicho peine; quelíceros sin extensión basal; epigino de la ♀ usualmente con escapo.....	13f
12f.- Retromargen del quelícero sin dientes; labio sin reborde.....	Familia THERIDIIDAE
-.- Retromargen del quelícero con dientes pequeños; labio con reborde.....	Familia NESTICIDAE
13f.- Tarso tan, o mas largo que el metatarso.....	14f
-.- Tarso mas corto que el metatarso.....	15f

- 14f.- Pedicelo originándose en una inclinación posterior en el carapacho; opistosoma con escudo dorsal; ♀ sin palpos; género *Gertschanapis*.....Familia **ANAPIDAE**
- . Pedicelo originándose bajo el eje del carapacho; opistosoma sin escudo dorsal; ♀ con palpos.....Familia **MYSMENIDAE**
- 15f.- Esternón con un par de fosas en el margen labial; con un gran tricobotrio en la tibia IV; menores de 2.5mm.....Familia **THERIDIOSOMATIDAE**
- . Esternón sin dichas fosas; sin dicho tricobotrio en la tibia IV; usualmente mas grandes de 2.5mm.....**16f**
- 16f.- Clípeo mas alto que 3 diámetros de los ojos medios anteriores (pueden estar ausentes), si es mas bajo, hay autotomía en la unión de la tibia con la patela; quelícero con órgano estridulatorio y sin cóndilo; patas débilmente espinadas; telaraña en forma de sábana.....**17f**
- . Clípeo mas bajo que 3 diámetros de los ojos medios anteriores; sin autotomía en la unión de la tibia con la patela; quelícero sin órgano estridulatorio y usualmente con cóndilo; patas con espinas; telaraña usualmente orbital.....**18f**
- 17f.- Palpo del ♂ con un paracimbio integral en posición retrolateral, cimbio usualmente con un proceso espinoso o con cúspulas; ♀ de 5-10mm con un epigino que presenta una proyección robusta a forma de una lengua (género *Pimoa*); o ♀ de 1.5mm con un epigino que presenta un escapo (género *Nanoa*); no se han documentado especies sin ojos.....Familia **PIMOIDAE**
- . Palpo del ♂ con un paracimbio retrolateral unido por una membrana, cimbio usualmente sin procesos; ♀ con epigino variable, pero si tiene una proyección a forma de lengua, el ejemplar mide menos de 5mm; especies troglobias pueden carecer de ojos.....Familia **LINYPHIIDAE**

- 18f.- Enditos alargados, amplios distalmente; epigino de la ♀ usualmente consiste en una placa plana y esclerotizada, aunque hay excepciones; tibia del palpo del ♂ sin radix ni apófisis media.....Familia **TETRAGNATHIDAE**
- .- Enditos cuadrados o rectangulares; epigino de la ♀ usualmente protuberante debido a la presencia de un escapo, si el epigino consiste en una placa plana y esclerotizada, la ♀ es gigantesca y presenta mechones de setas notorios en sus patas (género *Nephila*); tibia del palpo del ♂ usualmente con rádix y apófisis media.....Familia **ARANEIDAE**
- 19f.- Tarsos y metatarsos con tricobotrios en líneas irregulares; todos los trocánteres muescados.....**20f**
- .- Tarsos y metatarsos con tricobotrios que incrementan en tamaño en una sola línea dorsal; al menos los trocánteres I y II sin muescas.....**24f**
- 20f.- Arreglo de ojos pentagonal; clépeo alto.....Familia **OXYOPIDAE**
- .- Arreglo ocular distinto; clépeo variable, aunque usualmente corto.....**21f**
- 21f.- Fila de ojos posteriores fuertemente recurvada, ojos laterales posteriores encontrándose detrás de los ojos medios posteriores, fila de ojos anteriores de cuatro ojos, recta o procurvada; palpo del ♂ sin apófisis retrolateral en la tibia.....Familia **LYCOSIDAE**
- .- Arreglo ocular distinto; palpo del ♂ con apófisis retrolateral en la tibia.....**22f**
- 22f.- Ojos en tres filas: la anterior presenta dos pequeños medios, la media presenta dos medios grandes y dos laterales diminutos, la última dos laterales grandes; cuerpo aplanado dorsoventralmente.....Familia **SENOCLIDAE**
- .- Arreglo ocular distinto; cuerpo variable.....**23f**

- 23f.- Pedipalpo del ♂ con apófisis media situada de manera distal, presenta un surco que se extiende apicalmente; ♀ produce un ovisaco discoidal rebordeado o esférico (género *Cupiennius*) que es cargado en las hileras del opistosoma.....Familia **TRECHALEIDAE**
- .- Pedipalpo del ♂ con apófisis media no situada de manera distal y carente de surco; ♀ produce un ovisaco esférico que es cargado en los quelíceros.....Familia **PISAURIDAE**
- 24f.- Hileras laterales anteriores alargadas, mientras que las otras se encuentran reducidas; enditos fuertemente convergentes sin sérrula.....Familia **ZODARIIDAE**
- .- Hileras laterales anteriores solamente ligeramente mas grandes que el resto; enditos no fuertemente convergentes provistos de sérrula.....**25f**
- 25f.- Colulus grande y amplio que ocupa al menos la mitad del tamaño del área de las hileras.....Familia **DICTYNIDAE**
- .- Colulus menor de la mitad del área de las hileras.....**26f**
- 26f.- Hileras acomodadas en fila transversal; espiráculo traqueal cerca del medio de la parte ventral del opistosoma.....Familia **HAHNIIDAE**
- .- Hileras no como las anteriores; espiráculo traqueal cerca de las hileras.....**27f**
- 27f.- Patas con escamas plumosas; ambas filas de ojos fuertemente procurvadas, de no ser el caso, el esternón presenta marcas.....Familia **AGELENIDAE**
- .- Patas sin dichas escamas; al menos la fila de ojos anterior es recta (en caso de tener ojos); el esternón carece de marcas.....**28f**
- 28f.- Hileras laterales anteriores casi continuas, o continuas, gruesas y usualmente mas largas que las hileras laterales posteriores.....Familia **CYBAEIDAE**
- .- Hileras laterales anteriores separadas, mas cortas que las hileras laterales posteriores....**29f**

- 29f.- Tibias I y II con 4 o más pares de espinas ventrales.....Familia **HAHNIIDAE**
 -.- Tibias I y II con 3 o menos pares de espinas ventrales.....**30f**
- 30f.- Retromargen del quelícero con 2-5 dientes subiguales, sin denticúlos.....**31f**
 -.- Retromargen del quelícero con más de 5 dientes, si presenta menos, entonces tiene denticúlos.....**32f**
- 31.- Arañas usualmente menores a 5mm; colulus amplio representado por 2 manchas de setas.....Familia **AGELENIDAE**
 -.- Arañas usualmente mayores a 5mm; colulus reducido a 2 setas o ausente.....Familia **HAHNIIDAE**
- 32.- Patas largas y esbeltas; palpo del ♂ con un cimbio que se proyecta apicalmente; patas con autotomía en la base de la patela.....Familia **HAHNIIDAE**
 -.- Patas cortas y robustas; palpo del ♂ con cimbio normal; patas sin autotomía.....Familia **DICTYNIDAE**

ANEXO II.

CLAVE PARA SUBÓRDENES Y FAMILIAS DE OPILIONES

- 1.- Carapacho y tergos del opistosoma fusionados en un escudo completo; ozoporos ubicados en la punta de una estructura a forma de cono; ojos normalmente ausentes, si se encuentran presentes, están ubicados cerca de los ozoporos.....Suborden **CYPHOPHTHALMI**: 2
- .- No exactamente como la clave anterior.....3
- 2.- Garra de la pata II con una hilera de dientes a forma de peine(a); con o sin poros en los esternito del opistosoma.....Familia **NEOGOVEIDAE**
- .- Sin dicha hilera de dientes; poros en los esternito siempre ausentes...Familia **SIRONIDAE**
- 3.- Tarsos III y IV con dos garras o una ramificada.....Suborden **LANIATORES**: 4
- .- Tarsos I-IV con una sola garra no ramificada.....14
- 4.- Oculario separado en dos partes, o ausente.....5
- .- Oculario normal.....7
- 5.- Ojos presentes.....6
- .- Ojos ausente.....Familia **TRAVUNIIDAE**
- 6.- Basiquelicerito del macho elongado; segundo segmento del opistosoma con espinas o tubérculos; cuerpo usualmente con constricción media.....Familia **STYGNOMMATIDAE**
- .- Basiquelicerito del macho normal; segundo segmento del opistosoma liso o a lo mucho granulado; cuerpo sin dicha contstricción..... Familia **BIANTIDAE**
- 7.- Tarsos III y IV con una garra ramificada.....8
- .- Tarsos III y IV con dos garras simples.....10

- 8.- Oculario cercano al borde anterior del carapacho; cuerpo usualmente cubierto de gránulos y tubérculos; pueden o no portar espinas.....Familia **TRIAENONYCHIDAE**
 -.- Oculario en posición media en el carapacho; cuerpo liso o con algunos gránulos; nunca con espinas.....9
- 9.- Garras de los tarsos III y IV multiramificadas y ubicadas en un tallo de 90°; tarso II con cinco a seis segmentos.....Familia **TRAVUNIIDAE**
 -.- Garras III y IV con cinco ramas, nunca ubicadas en un tallo de 90°; tarso II con 13 a 14 segmentos.....Familia **PENTANYCHIDAE**
- 10.- Tibia del pedipalpo espatulada.....Familia **COSMETIDAE**
 -.- No como la clave anterior.....11
- 11.- Fémur del pedipalpo comprimido; garras de los tarsos III y IV fusionadas basalmente en un tallo angosto.....Familia **CLADONYCHIIDAE**
 -.- Fémur del pedipalpo si acaso poco comprimido; garras de los tarsos III y IV libres.....12
- 12.- Setas de la tibia y el tarso del pedipalpo mas largas que el tarso del pedipalpo.....
Familia **PHALANGODIDAE**
 -.- No como la clave anterior.....13
- 13.- Escópula presente en los tarsos III y IV; metatarso III del macho hinchado.....Familia **SAMOIDAE**
 -.- Sin escópula en los tarsos III y IV; metatarso III del macho normal.....Familia **STYGNOPSIDAE**
- 14.- Patas desproporcionalmente largas al cuerpo; quelíceros con dientes pigmentados.....Suborden **EUPNOI**: 15
 -.- Patas que usualmente son proporcionales al cuerpo; quelíceros con dientes translúcidos.....Suborden **DYSPNOI**: 18

15.- Ojos enormes en un oculario que ocupa la mayoría del espacio del prosoma; pata II mas corta que la pata IV.....	Familia CADDIDAE
-.- Ojos y oculario normales; pata II mas corta que la pata IV.....	16
16.- Pedipalpo del ♂ ampliamente engrosado; pedipalpo de la ♀ con un apófisis en la región distal de la patela y a veces con un apófisis al final de la tibia, en ambos casos el tarso es mas corto que la tibia.....	Familia PROTOLOPHIDAE
-.- Pedipalpos de ambos sexos similares y no como los anteriores, el tarso es mas largo que la tibia.....	17
17.- Garra del pedipalpo lisa.....	Familia PHALANGIIDAE
-.- Garra del pedipalpo dentada.....	Familia SCLEROSOMATIDAE
18.- Mesopeltidio (tergos I-III) y metapeltidio (tergo V) fusionados y contando con uno o mas conos sensoriales.....	19
-.- Mesopeltidio y metapeltidio sin conos sensoriales.....	21
19.- Con un cono sensorial.....	Familia TARACIDAE
-.- Con mas de un cono sensorial.....	20
20.- Tarso del pedipalpo hacia atrás en la superficie media de la tibia.....	Familia SABACONIDAE
-.- Pedipalpo no como el anterior.....	Familia CERATOLASMATIDAE
21.- Adultos crípticos con un tegumento que acumula partículas.....	Familia TROGULIDAE
-.- No como la clave anterior.....	22
22.- Tibia y tarso del pedipalpo sin setas plumosas.....	Familia NEMASTOMATIDAE
-.- Tibia y tarso del pedipalpo con setas plumosas.....	Familia CERATOLASMATIDAE

ANEXO III

A

NEW STATE RECORDS OF EXOTIC FLAT-BACKED MILLIPEDES (DIPLOPODA: POLYDESMIDA: PARADOXOSOMATIDAE) IN MEXICO, WITH TWO CASES OF PREDATION UPON THE GREENHOUSE MILLIPEDE *OXIDUS GRACILIS* (C. L. KOCH, 1847)¹

**Manuel de Luna^{2,4}, Julián Bueno-Villegas³, Roberto García-Barrios²
Gerardo Cuéllar-Rodríguez^{2,4}, Carlos Solís-Rojas², Enrique Jurado Ybarra²,
Eduardo Alanís Rodríguez² and Andrés Eduardo Estrada Castillón²**

ABSTRACT: New state records of species of the flat-backed millipede family Paradoxosomatidae (Diplopoda: Polydesmida) are made for Mexico: *Akamptogonus novarae* (Humbert and Saussure, 1869) is recorded for the state of Nuevo Leon; *Asiomorpha coarctata* (Saussure, 1860) is recorded for the states of Estado de Mexico, Nuevo Leon, Tamaulipas and Oaxaca; *Chondromorpha xanthotricha* (Attems, 1898) is recorded for the states of Chiapas, Hidalgo, Nuevo Leon, Tamaulipas and Yucatan; and *Oxidus gracilis* (C.L. Koch, 1847) is recorded for the states of Coahuila and Tamaulipas. We also present two new cases of predation on *Oxidus gracilis* from a railroad worm (Coleoptera: Phengodidae) larva and a vinegaroon (Thelyphonida: Thelyphonidae).

Publicación aceptada por la revista *Entomological News* 03/III/2022.

ANEXO III

B

Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), Volumen 37, 1–13.

<https://doi.org/10.21829/azm.2021.3712405>

Artículo original

Nuevos registros de cucarachas (Insecta: Blattodea) exóticas del noreste de México, con una clave de identificación ilustrada para las especies de Blattidae de Norteamérica

New records of exotic cockroaches (Insecta: Blattodea) from northeast Mexico, with an illustrated identification key for the species of Blattidae of North America

 ¹MANUEL DE LUNA,  ²ROBERTO GARCÍA-BARRIOS,
 ^{1*}GERARDO CUÉLLAR-RODRÍGUEZ

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera a Ciudad Victoria km 145, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, México.
²Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Ciudad Universitaria, Pedro de Alba S/N, C.P. 66455, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.



Editor responsable: Magdalena Cruz Rosales

OPEN ACCESS

*Autor correspondiente:

 Gerardo Cuéllar-Rodríguez
luis.cuellarrd@uanl.edu.mx

Cita:

de Luna, M., García-Barrios, R., Cuéllar-Rodríguez, G. (2021) Nuevos registros de cucarachas (Insecta: Blattodea) exóticas del noreste de México, con una clave de identificación ilustrada para las especies de Blattidae de Norteamérica. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 37, 1–13. 10.21829/azm.2021.3712405 eLocation-id: e3712405

Recibido: 08 abril 2021

Aceptado: 16 noviembre 2021

Publicado: 16 diciembre 2021

RESUMEN. Se presentan nuevos registros de tres especies de cucarachas (Insecta: Blattodea: Blattidae) exóticas para los estados mexicanos de Nuevo León y Tamaulipas.

Palabras clave: *Periplaneta*; *Neostylopyga*; blatodeos; blátidos

ABSTRACT. New records of three species of exotic cockroaches (Insecta: Blattodea: Blattidae) are presented for the Mexican states of Nuevo Leon and Tamaulipas.

Key words: *Periplaneta*; *Neostylopyga*; blattodeans; blattids

INTRODUCCIÓN

La familia Blattidae Latreille, 1810 (Insecta: Blattodea) puede distinguirse del resto de las familias de cucarachas por los estilos del macho, los cuales son simétricos y cilíndricos y se ubican en la esquina posterolateral de la placa subgenital, la cual es



CC BY-NC-SA
Atribución-NoComercial-CompartirIgual

Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)
e-ISSN 2448-8445

ANEXO III

C

Revista Ibérica de Aracnología, n° 40 (30/06/2022): 199–200.
Grupo Ibérico de Aracnología (S.E.A.). ISSN: 1576 - 9518.

NOTAS CIENTÍFICAS
<http://www.sea-entomologia.org>

Depredación por *Paraphrynus pococki* (Amblypygi) sobre dos artrópodos detritívoros exóticos en Tamaulipas, México

Manuel de Luna¹, Roberto García-Barrios² & Jorge Madrazo-Fanti³

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León campus Linares, Carretera Nacional 45 S/N, C.P.67700, Linares, Nuevo León, México

^{2,3}Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León campus de Ciudad Universitaria, Pedro de Alba S/N, C.P. 66451, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

¹ scolopendra94@gmail.com, ² roberto.garciab98@gmail.com, ³ jmf117i@cloud.com

Resumen: Se describen dos eventos de depredación por el tenderapo *Paraphrynus pococki* Mullinex, 1975 sobre la cochinilla *Cubaris murina* Brandt, 1833 y el milpiés *Chondromorpha xanthotricha* (Attems, 1898), ambas especies exóticas para México. Estos constituyen los primeros registros de presas en el medio silvestre para este tenderapo.

Palabras clave: Amblypygi, Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae, *Chondromorpha xanthotricha*, Isopoda, Armadillidae, *Cubaris murina*, depredación, México.

Predation by *Paraphrynus pococki* (Amblypygi) on two exotic detritivore arthropods in Tamaulipas, Mexico

Abstract: Two events are described where the whip spider *Paraphrynus pococki* Mullinex, 1975 acts as the predator of the woodlouse *Cubaris murina* Brandt, 1833 and the millipede *Chondromorpha xanthotricha* (Attems, 1898), both exotic species for Mexico. These constitute the first records of prey items in the wild for this whip spider.

Key words: Amblypygi, Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae, *Chondromorpha xanthotricha*, Isopoda, Armadillidae, *Cubaris murina*, predation, Mexico.

El tenderapo *Paraphrynus pococki* Mullinex, 1975 (Amblypygi: Phrynidae) es endémico de México, donde se distribuye en los estados de Coahuila, Hidalgo, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz (Mullinex, 1975; García-Acosta, 1977; Gadar-Aguayo, 2005; Armas, 2006; Ballesteros-Chávez, 2006; Luna *et al.*, 2017); se trata de una especie troglófila que comúnmente utiliza refugios creados por el hombre (Mullinex, 1975; Luna *et al.*, 2017). Como con la mayoría de las especies de tenderapos, poco se sabe con respecto a su historia natural.

Se realizó, del 20 al 23 de octubre del 2021, una visita a la Reserva de la Biosfera “El Cielo”, en el municipio de Gómez Farías, estado de Tamaulipas, México; ahí se hicieron recorridos por los andadores del Centro Interpretativo Ecológico (CIE) (23.0662°N, -99.1685°W, 349 m snm; obtenidas a través de Google Maps). El día 21, alrededor de las 11:30 hr, se encontró en una pared de roca a un ejemplar subadulto de *Paraphrynus pococki* que había atrapado a una cochinilla (Fig. 1A), por lo que se procedió a fotografiar el evento y se molestó al ejemplar para que soltara su presa, la cual fue posteriormente recolectada junto con su depredador. La presa fue identificada como *Cubaris murina* Brandt, 1833 (Isopoda: Armadillidae) utilizando las claves y descripciones proporcionadas por Muchmore (1990), Mulaik (1960) y Segura-Zarzosa *et al.* (2020); esta especie exótica para el país fue recientemente registrada para Tamaulipas (Segura-Zarzosa *et al.*, 2020).

Unas horas después, el día 22, alrededor de las 03:00 hr, se encontró también en una pared otro subadulto de *Paraphrynus*

pococki que consumía un pequeño milpiés (Fig. 1B). Similarmente, se procedió a fotografiar el evento y recuperar la presa para su posterior identificación. El milpiés fue identificado como *Chondromorpha xanthotricha* (Attems, 1898) (Polydesmida: Paradoxosomatidae) utilizando las claves de Cupul-Magaña (2011) y Luna-González (2019); de igual manera, esta especie exótica para el país había sido recientemente registrada para Tamaulipas (Luna-González, 2019).

Las dos presas antes mencionadas son las primeras registradas para *Paraphrynus pococki*, lo cual incrementa la limitada información que se tiene sobre la dieta de este orden de arácnidos; una compilación de presas de tenderapos fue presentada recientemente por Torres *et al.* (2019). Cochinitas no identificadas habían sido reportadas para la dieta de *Heterophrynus guacharo* Armas, 2015 y *Charinus* spp. (Morales-Álvarez & González, 1986; Miranda *et al.*, 2016); mientras que milpiés no identificados habían sido reportados para la dieta de *Phrynus pseudoparvulus* Armas & Viquez, 2001 (Hebets, 2002).

Los especímenes de *Paraphrynus pococki* fueron identificados con la clave de Armas (2006); están depositados en la Colección Aracnológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León con el código FCB-AMBL193, al igual que el espécimen de *Chondromorpha xanthotricha* con el código FCB-DPOLY348. El espécimen de *Cubaris murina* fue depositado en el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Forestales de la misma universidad con el código FCF-CRUST001.

ANEXO III

D

Revista Ibérica de Aracnología, n° 38 (30/06/2021): 196–198.
Grupo Ibérico de Aracnología (S.E.A.). ISSN: 1576 - 9518.

NOTAS CIENTÍFICAS
<http://www.sea-entomologia.org>

Depredación de la babosa *Sarasinula plebeia* (Gastropoda: Veronicellidae) por el vinagrillo *Mastigoproctus cinteoti* (Arachnida: Thelyphonida) en Tamaulipas, México

Manuel de Luna¹, Roberto García-Barrios²,
Jorge Madrazo-Fant³ & David Ortega-Gaytán⁴

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León campus Linares, Carretera Nacional 45 S/N, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, México. scolopendra94@gmail.com

^{2,3,4}Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León campus de Ciudad Universitaria, Pedro de Alba S/N, C.P. 66451, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

² roberto.garciab98@gmail.com, ³ jmf117icloud.com, ⁴ dava.orte.12@gmail.com

Resumen: Se describe un evento en el que la babosa frijol *Sarasinula plebeia* (Fischer, 1868), una especie exótica en México, fue depredada por el vinagrillo *Mastigoproctus cinteoti* Barrales-Alcalá, Francke & Prendini, 2018. Este constituye el primer registro de una presa en el medio silvestre para este vinagrillo y el primer reporte de *S. plebeia* para el estado de Tamaulipas. Se compila, además, información sobre la dieta en el medio silvestre de otras especies de vinagrillos americanos.

Palabras clave: Stylommatophora, Thelyphonidae, Gastropoda, Veronicellidae, babosa hoja de cuero, babosa frijol, escorpión látigo, vinagrillo, depredación, México.

Predation of the slug *Sarasinula plebeia* (Gastropoda: Veronicellidae) by the vinegaroon *Mastigoproctus cinteoti* (Arachnida: Thelyphonida) in Tamaulipas, Mexico

Abstract: An event is described where the bean slug *Sarasinula plebeia* (Fischer, 1868), an exotic species in Mexico, was preyed upon by the vinegaroon *Mastigoproctus cinteoti* Barrales-Alcalá, Francke & Prendini, 2018. This constitutes the first record of predation in the wild by this vinegaroon and the first record of *S. plebeia* for the state of Tamaulipas. Information regarding the prey in the wild of other species of American vinegaroons is also compiled.

Key words: Stylommatophora, Thelyphonidae, Gastropoda, Veronicellidae, leatherleaf slug, bean slug, whip scorpion, predation, Mexico.

El vinagrillo *Mastigoproctus cinteoti* Barrales-Alcalá *et al.*, 2018 (Thelyphonida: Thelyphonidae), una de las siete especies del complejo *giganteus*, habita en el estado de Tamaulipas, México y probablemente también en Texas, EE.UU. (Barrales-Alcalá *et al.*, 2018).

Los días 20 al 23 de noviembre de 2020 se realizó una visita a la Reserva de la Biósfera “El Cielo”, en el municipio de Gómez Farías, estado de Tamaulipas, México; ahí se hizo un recorrido por los andadores del Centro Interpretativo Ecológico (CIE) (23.0662°N, -99.1685°W, 349 m snm; obtenidas a través de Google Maps) alrededor de la 01:30 hr del día 23 y se encontró en una pared de roca a una hembra adulta de *M. cinteoti* que consumía una babosa. Se procedió a fotografiar el evento (Fig. 1A) y se continuó con el recorrido sin recolectar los ejemplares.

Tras examinar la foto, el equipo se percató de que la presa era una babosa de la familia Veronicellidae, las cuales son abundantes en las zonas alrededor del CIE, por lo que se procedió a recolectar tres especímenes vivos de la misma zona (con igual coloración y de similar tamaño) para su determinación. Se relajaron y sacrificaron por medio de ahogamiento en una solución de etanol al 5% por alrededor de una hora y, posteriormente, se pasaron a un recipiente con etanol al 80% con 10 g de cloruro de calcio para su preservación, técnica modificada de la propuesta por Pearce & Örstan, (2006) para preservar gasterópodos terrestres.

La única especie de Veronicellidae reportada con anterioridad para el estado de Tamaulipas es *Leidyula moreleti* (Fischer, 1871) (Correa-Sandoval & Rodríguez-Castro, 2005); sin embargo, utilizando las claves y descripciones presentes en los trabajos de Caballero *et al.* (1991) y Velázquez-Montes de Oca *et al.* (2014), se determinó que los especímenes corresponden a *Sarasinula plebeia* (Fischer, 1868) (Fig. 1A-C), conocida comúnmente como la babosa frijol (en inglés: bean slug), una especie exótica nativa de Sudamérica (Daglio *et al.*, 2020). En México, esta especie cuenta con registros en los estados de Puebla, San Luis Potosí, Veracruz y Yucatán (Naranjo-García *et al.*, 2007; Velázquez-Montes de Oca *et al.*, 2014), siendo este el primer registro para Tamaulipas. Tras su determinación, los tres especímenes fueron depositados en la Colección

Malacológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, donde se les otorgó el código FCB-MALAC-260.

La babosa *S. plebeia* es similar en coloración y morfología a *L. moreleti*, sin embargo, difiere en que el notó no presenta patrón aparente (Fig. 1B), así como en la ubicación de su poro genital femenino al centro del hiponoto (Fig. 1C); en contraste, *L. moreleti* presenta un patrón en forma de líneas longitudinales en el notó, así como el poro genital femenino localizado inmediatamente a un lado del pie (Caballero *et al.*, 1991; Velázquez-Montes de Oca *et al.*, 2014). *Sarasinula plebeia* se considera una especie invasora de importancia agrícola por los daños que causa a varios tipos de cultivos (Velázquez-Montes de Oca *et al.*, 2014); además, se le considera de importancia médica debido a que es vector del helminto *Angiostrongylus costaricensis* Morera & Céspedes, 1971 (Nematoda: Rhabditida: Angiostrongylidae), un parásito de roedores cuya infección en humanos puede causar una enfermedad conocida como angiostrongiliasis abdominal (Caballero *et al.*, 1991).

Este reporte de depredación se añade al poco conocimiento que se tiene sobre las preferencias alimenticias de los vinagrillos americanos en la naturaleza. A continuación se compilan otros reportes de indole similar:

Armas (2000), en su revisión de los vinagrillos de Cuba, mencionó que las ranas del género *Eleutherodactylus* (Anura: Eleutherodactylidae) sirven de alimento para *Sheitylongium pelegri* (Armas, 2000).

Armas & García-Rivera (2009) reportaron un caso de supuesta necrofagia donde una hembra adulta de *S. pelegri* se encontraba consumiendo el cadáver de un macho adulto coespecífico, este evento fue observado en Cueva La Barca, Guanahacabibes, Cuba.

Armas & Milera (1989) describieron dos instancias de depredación, la primera se trata de *Mastigoproctus baracoensis* Franganillo, 1931 consumiendo a *Cysticopsis pemphigodes* (Pfeiffer, 1846) (Stylommatophora: Cepolidae) en Guantánamo, Cuba; y la segunda se trata de *Mastigoproctus santigo* Teruel, 2010 depredando a *Caraculus sagemon* (Beck, 1837) (Stylommatophora: Solariopsidae)

ANEXO III

E

Herpetology Notes, volume 14: 765-767 (2021) (published online on 10 May 2021)

A new record of the tongue worm *Kiricephalus coarctatus* (Diesing, 1850) parasitising the Texas indigo snake *Drymarchon melanurus erebennus* (Cope, 1861) in Nuevo Leon and Tamaulipas, northeast Mexico

Manuel de Luna¹, Roberto García-Barrios¹, Daniel Montoya-Ferrer¹, and Gerardo Cuéllar-Rodríguez^{1,*}

Central American Indigo Snakes *Drymarchon melanurus* (Duméril, Bibron & Duméril, 1854) are diurnal colubrids that inhabit the American continent from southern Texas (USA) in the Atlantic versant, and southern Sonora (Mexico) in the Pacific versant, south throughout northeastern, western and southern Mexico, Central America, as far south as Venezuela, Ecuador, and extreme northwestern Peru in northern South America (Wüster et al., 2001; Cisneros-Heredia, 2006; Heimes, 2016). There are five recognised subspecies (Uetz et al., 2019) of which the Texas Indigo Snake *Drymarchon melanurus erebennus* (Cope, 1861) is found in Texas in the USA as well as in eastern Coahuila, Nuevo Leon, northern Hidalgo, northern Queretaro, San Luis Potosi, Tamaulipas, and northern Veracruz in Mexico (Smith, 1941 as *Drymarchon corais*; Heimes, 2016).

Several species of helminths that use *D. melanurus* as a host have been identified, mainly roundworms (Nematoda) and flukes (Platyhelminthes: Trematoda) (Paredes et al., 2008 as *D. corais*), but also the tongue worm *Railletiaella furcocercum* (Diesing, 1839) (Pentastomida: Railletiaellidae: Railletiaellidae) (Ali et al., 1984 as *D. corais*; Paredes et al., 2008 as *D. corais*).

On 6 August 2018, an adult male *D. m. erebennus* (233 cm in total length) was found dead due to anthropogenic causes near “Rancho La Palma” (25.6761°N, -99.4597°W; WGS 1984) in the municipality of Los Ramones, state of Nuevo Leon, northeast Mexico. The specimen was collected and necropsied. It lacked stomach contents and hosted three different kinds of

parasites: flukes (Platyhelminthes: Trematoda; 16 adults in the mouth and throat area), spiny headed worms (Acanthocephala; around 300 cystacanths were found embedded in the tissue of the caudal area), and tongue worms (Pentastomida; 2 adult females were found inside the lung). The snake was deposited in the Herpetological Collection of the Facultad de Ciencias Biológicas of the Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) and given the voucher #8450, whereas the parasites were deposited in the Entomology Lab of the Facultad de Ciencias Forestales at UANL, the tongue worms in particular were given the voucher FCF-PARAS001.

On 14 August 2020, another adult male *D. m. erebennus* (around 180 cm in total length) was found dead on the road near “La Bocatoma” (23.0149°N, -99.1246°W; WGS 1984) in the municipality of Gómez Farías, state of Tamaulipas, northeast Mexico. The specimen was collected and necropsied. It was found to have mammal hair in its stomach and only hosted tongue worms (Pentastomida) as parasites: one adult female was found inside the lung, and several infective cysts were found in the stomach lining, but it is unknown if they belong to the same species of tongue worm. The snake and the tongue worms (the adult female and three cysts) were deposited in the aforementioned collections and given the voucher #8511 and FCF-PARAS013, respectively.

All three adult female tongue worms were identified as *Kiricephalus coarctatus* (Diesing, 1850) (Porocephalida: Porocephalidae): the family was identified using the key present in Brues and Melander (1932), the genus was identified using the keys of Fain (1961) and Self (1969), and finally, the species was identified comparing the specimens with the diagnoses present in Riley and Self (1980). The tongue worms of the genus *Kiricephalus* are unusual in that their life cycle involves three vertebrate hosts: an amphibian, lizard or mammal as the first intermediate host, a snake as the second intermediate

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, Manuel L. Barragán Avenue, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León 66455, México.

* Corresponding author. E-mail: luis.cuellarrd@uanl.edu.mx

© 2021 by Herpetology Notes. Open Access by CC BY-NC-ND 4.0.

ANEXO III

F

Mantodea diversity of “El Cielo” Biosphere Reserve, Gomez Farías, Tamaulipas, Mexico

By **MANUEL DE LUNA**

Facultad de Ciencias Forestales, UANL, MEXICO
scolopendra94@gmail.com

Mantodea is a small order of polyneopterous insects that are characterized by their raptorial first pair of legs and the way females lay a group of eggs inside a protective cover called ootheca (Wieland and Svenson, 2018). Despite their popularity, there are very few works dedicated to summarizing the statal diversity of this very interesting order of insects in Mexico. To date, Reyes-Ibarra (2020), and de Luna & Granados-Corea (in revision) wrote about the fauna of Nuevo Leon, Vázquez-Quintero (2017) on the fauna of Sinaloa, and Núñez-Vázquez et al. (2006) on the fauna of Yucatan. Additionally, the mantid fauna of Chiapas (Hernández-Baltazar et al. 2018b, 2019), Jalisco (Ortega & Márquez, 1987), and Quintana Roo (Hernández-Baltazar et al. 2018a) has been at least partially

studied.

The state of Tamaulipas, alongside the states of Nuevo Leon and Coahuila, comprise the region called Northeastern Mexico, which is a very diverse region in terms of biomes, from the extremely xeric “Dunas de Bilbao Natural Reserve” in Coahuila to the mountainous “Parque Nacional Cumbres de Monterrey” in Nuevo Leon to the lush rainforests of “El Cielo Biosphere Reserve” in Tamaulipas. The orthopteroids from this latter locality had been preliminarily listed by Barrientos-Lozano et al. (2008), however, there are issues with this publication: it was not peer-reviewed, no evidence of the specimens exist as no vouchers were cited, and no photographs were published. The authors also largely focused on Orthoptera while the mantises, termites, stoneflies, cockroaches, stick insects and earwigs went almost (or com-

pletely) unmentioned. For Mantodea, Barrientos-Lozano et al. (2008) only recorded *Mantis religiosa*, as well as two unidentified species.

Thanks to the Theodore J. Cohn Research Fund, a grant awarded by

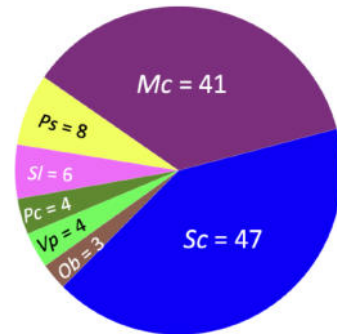


Figure 1. Total of specimens, by species. *Mc* = *Melliera* cf. *chorotega*. *Ob* = *Oligonyx bicornis*. *Pc* = *Pseudovates chlorophaea*. *Ps* = *Phasmomantis sumichrasti*. *Sc* = *Stagmomantis* (*Stagmomantis*) *conspurcata*. *Sl* = *Stagmomantis* (*Auromantis*) *limbata*. *Vp* = *Vates pectinata*.

ANEXO III

G

SMILISCA BAUDINII (Common Mexican Treefrog). **ENDOPARASITES.** *Smilisca baudinii* is a species of hylid frog that has a wide geographic distribution, ranging from extreme southern Texas in the USA, south to Costa Rica (Dodd 2013. *Frogs of the United States and Canada*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 1032 pp.). On 24 May 2021, at ca. 0000 h during a light rain, two adult *S. baudinii* were found dead on the road next to the Centro Interpretativo Ecológico of the Municipality of Gómez Farfás, Tamaulipas, Mexico, in a semi-deciduous tropical forest. These frogs, a male and a female, were found ca. 1 m apart. They were dissected for prey items and parasites and each housed a polystomatid fluke (Monogenea) in the urinary bladder. The polystomatids were fixed in AFA solution between microscope slides, washed for several hours in distilled water, dyed in Semichon's acetic carmine, dehydrated in a series of ethanol (70, 80, 90 and 96%), cleared in a series of ethanol and xylene solutions (1:3, 2:2, 3:1) as well as pure xylene, and mounted on microscope slides, using a xylene based synthetic resin as a mounting medium. Another adult male *S. baudinii* was found dead on 6 July 2021, at ca. 2200 h during heavy rain, in the same location as the two previous specimens; it held three polystomatids in its urinary bladder, which were prepared as detailed above. The five polystomatids were identified as *Polystoma naevius* (Fig. 1) by comparing them with the description found in the literature (Caballero y Cerecero 1941 An. Ins. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx., Ser. Zool. 12:615–621). *Polystoma naevius* has been reported in *S. baudinii* and *Trachycephalus cf. vermiculatus* in the Mexican state of Quintana Roo (Terán-Juárez 2011. B.S. Thesis, Instituto Tecnológico de Chetumal, Chetumal, Quintana Roo. 125 pp.) and in *S. baudinii* and *S. cyanosticta* in Veracruz (Goldberg et al. 2002 Southwest. Nat. 47:293–299). Our observation represents the first record of *P. naevius* in *S. baudinii* from the state of Tamaulipas, making it the northernmost record. The first pair of *S. baudinii* were deposited in the Herpetological Collection of the Facultad de Ciencias Biológicas of the Universidad Autónoma de Nuevo León (voucher number: UANL 8541a, b); the lone male was not preserved. The five polystomatids were deposited in the Facultad de Ciencias Forestales of the same university (voucher codes: PARAS032–036).

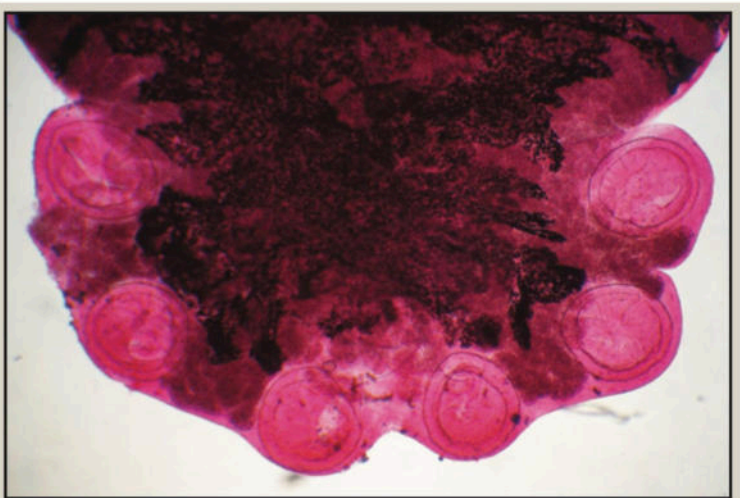


FIG. 1. Close up of the opisthaptor of the mounted polystome *Polystoma naevius* found in the urinary bladder of *Smilisca baudinii* from Gómez Farfás, Tamaulipas, Mexico.

MANUEL DE LUNA, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México (e-mail: scolopendra94@gmail.com); **ROBERTO GARCIA-BARRIOS** (e-mail: roberto.garciab98@gmail.com), **GERARDO GUAJARDO- MARTÍNEZ** (e-mail: geguajardo@yahoo.com.mx), and **DAVID LAZCANO**, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México (e-mail: imantodes52@hotmail.com).

ANEXO III

H

GEOPHIS SARTORII (Terrestrial Snail Sucker). DIET. *Geophis sartorii* is a moderately sized dipsadid native to Mesoamerica. It ranges from central Nuevo León in northern Mexico, to northern Costa Rica (Heimes 2016. *Herpetofauna Mexicana Vol I. Snakes of Mexico*. Edition Chimaira, Frankfurt am Main, Germany. 572 pp.). While it is widely known that *G. sartorii* feeds on gastropods (snails and slugs), no specific prey has been identified for this species (Kofron 1988. *Amphib-Reptil*. 9:145–168; Köhler et al. 2016. *Mesoam. Herpetol*. 3:688–704). On 10 September 2021, at 2152 h, an adult female *G. sartorii* was found in a parking lot of the Centro Interpretativo Ecológico (23.0063°N, 99.1684°W; WGS 84; 351 m elev.) in the “El Cielo” Biosphere Reserve, municipality of Gomez Farias, Tamaulipas, Mexico. The snake was crawling and carrying an item in its mouth, which it regurgitated when it was captured. The prey was a leatherleaf slug (*Veronicellidae*) which was later identified as an adult *Sarasinula plebeia*, an invasive species commonly referred to as the “Bean Slug”; this species of slug had been recently recorded for that area (de Luna et al. 2021. *Rev. Iber. Aracnol*. 38:196–198). To our knowledge, this is the first record of a prey item identified to species level for *G. sartorii*.

MANUEL DE LUNA, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México (e-mail: scolopendra94@gmail.com); **ROBERTO GARCÍA-BARRIOS**, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México.



FIG. 1. Adult female *Geophis sartorii* eating an adult *Sarasinula plebeia* in “El Cielo” Biosphere Reserve, Gomez Farias, Tamaulipas, Mexico.

ANEXO III

I

***RHINELLA HORRIBILIS* (Mesoamerican Cane Toad). PREDATION.** While observing a raid of army ants (Formicidae: Dorylinae) in a parking lot of the Centro Interpretativo Ecológico (23.0660°N, -99.1684°W; WGS 84; 347 m elev.) in the “El Cielo” Biosphere Reserve, municipality of Gomez Farias, state of Tamaulipas, Mexico (on 23 October 2021, at 2047 h), the team spotted a very young *Rhinella horribilis* which was being surrounded, bitten, and stung by minor workers (Fig. 1A). We observed this interaction for around two minutes, and, after seeing the toad had been killed, we proceeded to collect the toad and some of the ants and stored them in 70% ethanol. We observed the ants for an additional hour and no other amphibian or reptile was seen being caught or attacked by them. The army ant species was identified as *Eciton*

Publicación aceptada por la revista *Herpetological Review* 29/I/2022.

ANEXO III

J

***TROPIDODIPSAS FASCIATA* (Banded Snail Sucker). DIET.** *Tropidodipsas fasciata* is a small-sized dipsadid (up to 72cm) native to Mesoamerica, ranging from southern Tamaulipas in northeastern Mexico south to Chiapas and the Yucatan Peninsula (Heimes 2016. *Herpetofauna Mexicana Vol I. Snakes of Mexico*. Edition Chimaira, Frankfurt am Maim. 572 pp); it is likely also found in Guatemala but has not been formally recorded in that country. As with many other snail-eating snakes, no specific prey for this species has been previously mentioned in the literature. On 7 November 2021, at 0200 h, an adult *T. fasciata* was found among the branches of a low bush in a parking lot of the Centro Interpretativo Ecológico (23.0060°N, -99.1690°W, WGS 84, 351 m elev.) in the “El Cielo” Biosphere Reserve, municipality of Gomez Farias, state of Tamaulipas, Mexico. The snake was in the process of consuming tail-first a leatherleaf slug

Publicación aceptada por la revista *Herpetological Review* 04/VIII/2022.

ANEXO III

K

Journal of Parasitology 2022 108(6) 000-000
© American Society of Parasitologists 2022

Published 00 Month 20XX

Contents and archives available through www.bioone.org or www.jstor.org

Journal of Parasitology

journal homepage: www.journalofparasitology.org

DOI: 10.1645/22-52



TONGUE WORM (PENTASTOMIDA) PARASITES OF NORTH AMERICAN HERPETOFAUNA: CHECKLIST OF SPECIES, IDENTIFICATION KEY, AND NEW STATE AND HOST RECORDS FROM MEXICO

Manuel de Luna¹, Roberto García-Barrios², Diane P. Barton³, and Gerardo Guajardo-Martínez²

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera a Ciudad Victoria km 145, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, México.

² Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Ciudad Universitaria, Pedro de Alba S/N, C.P. 66455, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

³ School of Agricultural, Environmental and Veterinary Sciences, Charles Sturt University, Locked Bag 588, Wagga Wagga, New South Wales, 2678, Australia.

Correspondence should be sent to Diane P. Barton (<https://orcid.org/0000-0002-7462-9501>) at: dbarton@csu.edu.au

KEY WORDS	ABSTRACT
Linguatulids Parasite spillover Pentastomiasis Pentastomids U.S.A. Mexico Herpetofauna	An updated checklist of tongue worms (Pentastomida) which parasitize wild North American amphibians and reptiles is presented: a total of 14 species grouped in 6 genera, 4 families, and 2 orders are registered; these infect a total of 58 species of reptiles and 3 amphibians in the region. An illustrated identification key for the taxa listed is proposed. <i>Kiricephalus coarctatus</i> (Diesing, 1860) (Porocephalidae) is recorded for the first time in the snakes <i>Arizona elegans</i> Kennicott, 1859 (Colubridae); <i>Micrurus tener</i> Baird and Girard, 1853 (Elapidae); and <i>Bothrops asper</i> (Garman, 1884) (Viperidae); the exotic lizard <i>Raillietiella taegueselfi</i> Riley, McAllister, and Freed, 1988 (Raillietiellidae) is recorded in the exotic lizard <i>Hemidactylus frenatus</i> Duméril and Bibron, 1836 (Gekkonidae) for the first time, and in <i>Hemidactylus turcicus</i> (Linnaeus, 1758) (Gekkonidae) for the first time in Mexico, this is also the first time it is recorded in a species of lizard native of the Americas, <i>Sceloporus cyanogenys</i> Cope, 1885 (Phrynosomatidae), this latter record represents a parasite spillover event; finally, <i>Porocephalus stilesi</i> Sambon, 1910 (Porocephalidae) is formally recorded for the first time in Mexico in the snake <i>Bothrops asper</i> .

Tongue worms (Pentastomida), also known as linguatulids or pentastomes, are a small group of coelomate and vermiform invertebrates which as adults are parasites of the respiratory system of tetrapods, mainly reptiles, although some species can use amphibians, mammals, and birds as definitive hosts (Paré, 2008; Christoffersen and de Assis, 2013, 2015a, 2015b). As a unique characteristic of the group, the tongue worms have an anterior region with a central mouth and 2 pairs of oral hooks: the internal ones, one at each side of the mouth, and the external ones, located next to the internal ones (Christoffersen and de Assis, 2015a, 2015b). The true phylogenetic affinities and, therefore, taxonomic position of this group is still a subject of debate, with the 2 most popular proposals being: (1) they comprise a unique phylum or (2) they belong to the phylum Arthropoda, specifically, to a subclass inside the Maxillopoda (Crustacea) (Christoffersen and de Assis, 2015a, 2015b). Throughout this publication, the tongue worms will be treated as a unique phylum as per Christoffersen and de Assis (2013).

According to Christoffersen and de Assis (2013), the phylum Pentastomida comprises a single class that groups the extant species, Eupentastomida, which is divided further into 4 orders:

Cephalobaenida, Porocephalida, Raillietiellida, and Reighardiida. The order Cephalobaenida and its only family, Cephalobaenidae, are monotypic; the only valid species of this order is endemic to South America and uses snakes as its definitive hosts. The order Porocephalida includes 4 families: Linguatulidae, Porocephalidae, Sebekidae, and Subtriquetridae, all with North American representatives; the genus *Linguatula* Frölich, 1789, the only member of the family Linguatulidae in the region, uses mammals as its definitive hosts; the members of the rest of the families use amphibians and reptiles. The order Reighardiida only includes the family Reighardiidae, which is comprised of 2 genera, 1 of which, *Reighardia* Ward, 1899, has been recorded in North America; all the species of this order use birds as their definitive hosts. The order Raillietiellida also comprises a single family, Raillietiellidae, which comprises 2 genera, including the most speciose genus of the phylum, *Raillietiella* Sambon, 1910; this genus has a cosmopolitan distribution, and, depending on the species, can use amphibians, mammals, birds, or reptiles as its definitive hosts.

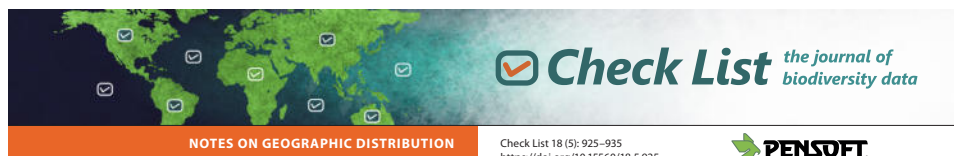
The life cycles of North American tongue worms are typically indirect, requiring both an intermediate and a definitive host; this

0

Publicación aceptada por la revista *Journal of Parasitology* 21/IX/2022, pruebas de galera.

ANEXO III

L



New records of invasive hammerhead flatworms (Platyhelminthes, Geoplanidae, Bipaliinae) from Mexico using a citizen science platform, with an identification key to the species found in North America

Manuel de Luna¹, Roberto García-Barrios², Paola Ovalle³, Piter Kehoma Boll^{4*}

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Mexico • scolopendra94@gmail.com • <https://orcid.org/0000-0002-0746-0507>

² Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Mexico • robertogarciab98@gmail.com • <https://orcid.org/0000-0001-6062-9001>

³ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Mexico • paolaovalle.pra@gmail.com • <https://orcid.org/0000-0002-1262-7359>

⁴ Instituto de Pesquisas de Planárias, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brazil • piterkeo@gmail.com • <https://orcid.org/0000-0002-3029-0841>

* Corresponding author

Abstract

We present new records of the invasive hammerhead flatworms *Bipalium kewense* Moseley, 1878 and *Bipalium vagum* Jones & Sterrer, 2005 (Platyhelminthes, Geoplanidae, Bipaliinae) from several states in Mexico based on iNaturalist and two vouchered specimens. This represents for Mexico the first review of distribution records of this group and highlights the importance of citizen science in monitoring the distribution of these ecologically important invasive predators. Methods for the collection and preservation of hammerhead flatworms, as well as an identification key, are proposed.

Keywords

Bipalium kewense, *Bipalium vagum*, Continenticola, *Diversibipalium*, Terricola, Tricladida

Academic editor: Fernando Carbayo | Received 21 February 2022 | Accepted 13 May 2022 | Published 7 September 2022

Citation: de Luna M, García-Barrios R, Ovalle P, Boll PK (2022) New records of invasive hammerhead flatworms (Platyhelminthes, Geoplanidae, Bipaliinae) from Mexico using a citizen science platform, with an identification key to the species found in North America. Check List 18 (5): 925–935. <https://doi.org/10.15560/18.5.925>

Introduction

Among the many taxa that comprise the phylum Platyhelminthes (flatworms), only one family, Geoplanidae Stimpson, 1857, has been able to truly colonize terrestrial ecosystems (Winsor et al. 1998). This family of free-living carnivores, commonly known as land planarians

or terrestrial flatworms, is currently divided into five subfamilies, of which Bipaliinae Stimpson, 1857 is easily distinguished from the others by the presence of a greatly widened and conspicuous head (Fig. 1), earning them the common name of hammerhead flatworms

©The authors. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ANEXO III

M

Herpetology Notes, volume 15: 741-746 (2022) (published online on 29 October 2022)

Three new records of giant water bugs as predators of herpetofauna in North America, with a compilation of records from the New World

Manuel de Luna^{1,*}, Roberto García-Barrios¹, Pacifica Sommers², Christopher Navarro-Azpeitia³, and Julia Muldoon⁴

The giant water bugs of the family Belostomatidae are predatory true bugs (Hemiptera) which inhabit freshwater ecosystems worldwide (Schuh and Slater, 1995). This family is represented in the New World by six genera: *Abedus*, *Belostoma*, and *Lethocerus* occur throughout North, Central, and South America; *Horvathinia* occurs in Central and South America; *Benacus* is endemic to North America; and *Weberiella* is endemic to South America. All the members of this family are generalist predators (Schuh and Slater, 1995; Perez-Goodwyn, 2006; Polhemus, 2009), except for the malacophagous members of the genus *Limnogeton* from Africa (Ribeiro et al., 2014). Identification to species level for any specimen of giant water bug is often impossible without collecting an adult specimen and examining it using a stereomicroscope and specialized literature. However, it is possible to determine subfamily and sometimes even genus with a picture of the dorsal habitus (including the legs) and geographic location data (de Carlo, 1958; Estévez; Pérez-Goodwyn, 2006; Polhemus, 2009; Inacio-Ribeiro, 2011; Aristizábal-García, 2017; Reynoso-Velasco and Arce-Pérez, 2020).

We present three novel cases of predation by giant water bugs on herpetofauna, the first of which can also be considered direct competition for prey. A compilation of known cases of predation upon herpetofauna by giant water bugs in the New World is included (Table 1).

The first record was on 24 May 2021, at around 22:30 h in a ditch alongside a road (23.0198°N, 99.1091°W,

elevation 106 m) in Gomez Farias Municipality, Tamaulipas State, Mexico. An adult male Mexican tree-frog *Smilisca baudinii* (Duméril & Bibron, 1841) was found dead on the shore of a very shallow (~ 10 cm deep) pond which was created by previous rainfall. The frog was being consumed headfirst by a Checkered garter snake *Thamnophis marcianus* (Baird & Girard, 1853) and also being grasped from behind by a giant water bug (Fig. 1). Upon being disturbed, the snake regurgitated the portion of the frog it had ingested and quickly fled the scene; both the insect and the frog were then collected for further examination. The giant water bug was later identified as *Lethocerus uhleri* using several keys (Menke, 1963; Perez-Goodwyn, 2006; Polhemus, 2009) and was deposited, alongside its prey, in the Entomology Lab of the Facultad de Ciencias Forestales of the Universidad Autonoma de Nuevo Leon under the voucher HHETE-001. This event represents, to our knowledge, the first time *S. baudinii* is recorded as a prey of both *L. uhleri* and *T. marcianus*.

The second record occurred on 14 September 2013, at around 12:00 h in a pond in the Rincon Mountains, Saguaro National Park (32.1847°N, 110.7059°W, elevation 993 m), Arizona, USA. A juvenile, Black-necked garter snake *Thamnophis cyrtopsis* (Kennicott, 1860) had been captured and pierced by a giant water bug nymph of the genus *Lethocerus* (Fig. 2A, B). It struggled to free itself from the grasp of the nymph but after approximately two minutes, its movements stopped almost completely. Finally, the nymph took the immobilized snake underwater to a cluster of algae to start feeding on it. Another juvenile *T. cyrtopsis*, also from Arizona, USA, was previously documented as prey of an adult *L. medius* (Schwendiman, 2004); this record shows that both adults and nymphs of giant water bugs have the capacity of capturing and killing large prey.

The third record was on 10 October 2021, at 11:24 h in a stream in Cerro las Mesitas (20.8783°N, 103.4944°W, elevation 1868 m), San Francisco Testistan, Zapopan Municipality, Jalisco State, Mexico. An adult male

¹ Universidad Autonoma de Nuevo Leon, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León 66451, México.

² University of Colorado Boulder, Boulder, Colorado 80309, USA.

³ Centro Universitario de Ciencias Biológicas Agropecuarias, Nextipac, Zapopan 44600, Jalisco, Mexico

⁴ University of Arizona, Tucson, Arizona 85721, USA.

* Corresponding author. E-mail address: scolopendra94@gmail.com

© 2022 by Herpetology Notes. Open Access by CC BY-NC-ND 4.0.