



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**DIVERSIDAD DE PSEUDOESCORPIONES (ARACHNIDA) EN UN
GRADIENTE ALTITUDINAL Y TEMPORAL EN SANTIAGO
COMALTEPEC, OAXACA, MÉXICO**

TESIS:

**Para obtener el grado académico de:
MAESTRO EN BIOCENCIAS**

PRESENTA:

Biól. Violeta Sarai Jiménez Hernández

DIRECTORES DE TESIS:

Dr. Carlos Fabián Vargas Mendoza.

Dr. Gabriel Alfredo Villegas Guzmán.

MÉXICO, CDMX, ENERO 2019.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D.F. siendo las 16:00 horas del día 19 del mes de diciembre del 2018 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas para examinar la tesis titulada:

Diversidad de pseudoescorpiones (Arachnida) en un gradiente altitudinal y temporal en Santiago Comaltepec, Oaxaca, México

Presentada por el alumno:

Jiménez	Hernández	Violeta Sarai
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)

Con registro:

A	1	7	0	0	1	9
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

Maestría en Biociencias

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA


Directores de tesis

Dr. Carlos Fabián Vargas Mendoza

Dr. Gabriel Alfredo Villegas Guzmán

Dra. Marina Sánchez Ramírez

M. en C. Eduardo Soto Galera


Dra. Alicia Callejas Chavero

PRESIDENTE DEL COLEGIO

Dr. Gerardo Aparicio Ozores





INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSTGRADO E
INVESTIGACION


CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D.F. el día 20 del mes diciembre del año 2018, el que suscribe **Violeta Sarai Jiménez Hernández** alumna del Programa de **Maestría en Biociencias** con número de registro **A170019**, adscrita a la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del **Dr. Carlos Fabián Vargas Mendoza** y del **Dr. Gabriel Alfredo Villegas Guzmán** y ceden los derechos del trabajo titulado **“Diversidad de pseudoescorpiones (Arachnida) en un gradiente altitudinal y temporal en Santiago Comaltepec, Oaxaca, México”**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.


Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: **sarai_aries21@hotmail.com**, **carfvargas@yahoo.com** y **gabrvill@yahoo.com**. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.



Violeta Sarai Jiménez Hernández



Dr. Carlos Fabián Vargas Mendoza
Director de tesis



Dr. Gabriel Alfredo Villegas Guzmán
Director de tesis

DEDICATORIA

El que puede cambiar sus pensamientos
puede cambiar su destino.
(Stephen Crane)

A mi madre, Selene Hernández por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de la vida, quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mis profesores por el apoyo brindado, quienes me transmitieron sus conocimientos y me ayudaron a superarme.

A mis amigos que me hicieron compañía en todo este proceso tan importante y ante la más insignificante de mis dudas no titubearon en responderme y ayudarme.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades municipales y comunales de Santiago Comaltepec por otorgar su autorización para ingresar y trabajar en sus áreas de bosque.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) de México, y al Instituto Politécnico Nacional a través de becas, de las cuales recibí la financiación para cursar mis estudios.

Al Dr. Gabriel A. Villegas Guzmán y al Dr. Carlos Fabián Vargas Mendoza por su valiosa guía y asesoramiento en la realización de mi tesis, así como, por su confianza, paciencia y disposición en todo momento

A la Dra. Alicia Callejas Chavero, por la orientación y ayuda que me brindó para la realización de esta tesis, así como, por su apoyo y amistad.

Al Dr. Eduardo Soto Galera, por sus sugerencias y correcciones, que me permitieron elaborar un mejor escrito.

Al Dr. José Arturo Casasola González, por ser mi profesor guía desde la licenciatura, por orientarme al ingresar a la maestría, brindarme su apoyo durante las salidas a campo y por su amistad.

A la Dra. Marina Sánchez Ramírez por tomarse el tiempo para leer el escrito y por las sugerencias hechas para mejorarlo.

Al Dr. Emilio Estrada Ruiz por facilitarme el uso del microscopio óptico con cámara para la toma de algunas fotografías que aquí se presentan.

A mi madre, que me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos, además, por tenerme paciencia y apoyarme en todo momento.

A Jesús López Santiago, un amigo muy especial, a quien quiero y aprecio mucho, gracias por tu apoyo incondicional en las salidas a campo, por tus consejos y porque siempre estabas cuando más lo necesitaba, gracias por tu cariño y por tu afecto, siempre serás una persona muy especial para mí.

A Enrique Hernández Rodríguez, gracias por tu afecto y por tu enorme apoyo en los momentos difíciles, gracias por tu amistad.

A los Biólogas Viridiana Vásquez Jiménez, María Elena López Martínez y al Sr. Abel López Sanjuan por su apoyo en el trabajo en campo.

A mis amigas Jazmín e Ivette por apoyarme en el transcurso de mi formación, por sus valiosos consejos y por ser las primeras personas que me brindaron su ayuda incondicional cuando recién llegue a la CDMX, de todo corazón gracias, las quiero mucho.

A Aldo Alfonso Ramírez porque a pesar del poco tiempo que hemos compartido juntos me has entendido muy bien y me has ayudado en todo momento, gracias por las risas, por los consejos y por los disgustos.

A Miriam Serrano por brindarme su confianza y su apoyo cuando empecé con esta gran aventura.

A Víctor Córdova Tabares por su apoyo, su amistad y sus sabios consejos.

A mis compañeros del laboratorio de Ácarología: Israel, Emma, Diana, Andrea, Uriel, Miriam y Vicky con los cuales he pasado momentos divertidos y emocionantes.

Finalmente, agradezco infinitamente a cada persona que participó directa o indirectamente aportando ideas y observaciones.

ÍNDICE

RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Pseudoescorpiones.....	4
2. ANTECEDENTES	7
3. JUSTIFICACIÓN.....	10
4. HIPÓTESIS.....	11
5. OBJETIVOS	11
5.1. General	11
5.2. Específicos	11
6. MÉTODOS.....	12
6.1. Área de estudio.....	12
6.2. Localidades	14
6.3. Muestreo y recolecta de los ejemplares	19
6.4. Preservación y preparación de los ejemplares.....	23
6.5 Determinación taxonómica	24
6.6 Organización de la Diversidad	26
6.6.1. Diversidad alfa	26
6.6.2. Diversidad beta.....	28
6.6.3. Diversidad gamma	29

6.6.4. Datos climáticos: Relación entre la diversidad (α , β , γ) con la precipitación y la temperatura	30
7. RESULTADOS.....	30
7.1. Diversidad alfa (α)	30
7.1.1. Riqueza de especies.....	30
7.1.2. Curva de acumulación de especies	34
7.1.3. Composición de especies	37
7.1.4. Abundancia.....	39
7.1.5. Riqueza y abundancia específica por localidad	40
7.1.6. Índices de diversidad	45
7.2. Diversidad beta (β), análisis de similitud de las localidades	53
7.3. Diversidad gamma (γ).....	57
7.4. Datos climáticos: Relación entre la diversidad (α , β , γ) con la precipitación y la temperatura.....	58
7.4.1. Diversidad alfa (α)	58
7.4.2. Diversidad beta (β)	59
7.4.3. Diversidad gamma (γ).....	60
8. DISCUSIÓN.....	61
9. CONCLUSIONES.....	69
10. GLOSARIO	70
11. LITERATURA CITADA	73
12. ANEXOS	88

Diagnosis de las familias y especies representadas en Santiago.	88
Familia Chthoniidae Daday, 1888	88
<i>Tyrannochthonius alabamensis</i> Muchmore, 1996	88
<i>Tridenchthonius mexicanus</i> Chamberlin and R.V. Chamberlin, 1945	90
Familia Bochicidae Chamberlin, 1930	91
<i>Bochica withi</i> (Chamberlin, 1923)	91
Familia Ideoroncidae Chamberlin, 1930.....	92
<i>Muchmoreus ignotus</i> Harvey & Muchmore, 2013.....	93
<i>Pseudalbiorix reddelli</i> (Muchmore 1982)	94
Familia Syarinidae Chamberlin, 1930.....	94
<i>Ideoblothrus maya</i> (Muchmore 1982)	95
Familia Garypinidae Daday, 1888	97
<i>Serianus dolosus</i> Hoff, 1956.....	97
Familia Atemnidae Kishida, 1929	98
<i>Paratemnoides pallidus</i> (Balzan, 1892)	98
Familia Cheliferidae Risso, 1827.....	100
<i>Levichelifer</i> sp.	100
Familia Chernetidae Menge, 1855	101
Chernetidae sp. 1	101
Chernetidae sp. 2	101
<i>Allochernes</i> sp.	102
<i>Americhernes reductus</i> Muchmore, 1976.....	102

<i>Dinochernes vanduzeei</i> (Chamberlin, 1923).....	104
<i>Lustrochernes grossus</i> (Banks, 1893)	105
<i>Parachernes virginicus</i> (Banks, 1895)	107
<i>Juxtachelifer fructuosus</i> Hoff, 1956	108
Familia Withiidae Chamberlin, 1931	108
<i>Withius piger</i> (Simon, 1878)	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.	13
Figura 2. Distribución de la precipitación anual de Santiago Comaltepec,.....	16
Figura 3. Distribución de la temperatura anual de Santiago Comaltepec,.....	16
Figura 4. Transecto y vegetación asociada en la localidad Cerro Pelón.	17
Figura 5. Transecto y vegetación asociada en El Relámpago.	17
Figura 6. Transecto y vegetación asociada en El Mameyal.	18
Figura 7. Transecto y vegetación asociada en Soyolapam.	18
Figura 8. Trampa pitfall en campo.....	20
Figura 9. Muestras de hojarasca y de suelo	21
Figura 10. Procesamiento de la hojarasca y suelo	21
Figura 11. Colecta directa	22
Figura 12. A. Morfología de la quela	25
Figura 13. Riqueza de especies de pseudoescorpiones.	32
Figura 14. Curva de acumulación de especies en Cerro Pelón.....	35

Figura 15. Curva de acumulación de especies en El Relámpago.	35
Figura 16. Curva de acumulación de especies en El Mameyal	36
Figura 17. Curva de acumulación de especies en Soyolapam.....	36
Figura 18. Diagrama Ombrotérmico y abundancia total	40
Figura 19. Nidos de pseudoescorpiones	44
Figura 20. Índice de diversidad de Shannon-Wiener.....	48
Figura 21. Diversidad alfa y diagrama ombrotérmico de Cerro Pelón.....	49
Figura 22. Diversidad alfa y diagrama ombrotérmico de El Relámpago.....	49
Figura 23. Diversidad alfa y diagrama ombrotérmico de El Mameyal.	50
Figura 24. Diversidad alfa y diagrama ombrotérmico de Soyolapam.	50
Figura 25. Distribución altitudinal de los pseudoescorpiones en Santiago Comaltepec, Oaxaca.....	52
Figura 26. Análisis de Cluster (UPGMA) utilizando el índice de Sørensen.	55
Figura 27. Dendrograma usando el índice de Morisita con el algoritmo UPGMA..	55
Figura 28. Diversidad beta (β) y diagrama ombrotérmico	56
Figura 29. Diversidad gamma (γ) y diagrama ombrotérmico	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Listado de taxa de pseudoescorpiones	33
Cuadro 2. Riqueza observada y riqueza estimada	38
Cuadro 3. Datos de diversidad.....	48
Cuadro 4. Valores de la prueba estadística t de Student.	51

Cuadro 5. Resultados del análisis de la diversidad verdadera % de reducción de diversidad con respecto a la localidad más diversa (El Mameyal).	53
Cuadro 6. Porcentaje de similitud de Sørensen y de Morisita-Horn	54
Cuadro 7. Valores de diversidad.	57
Cuadro 8. Correlación de Pearson	59
Cuadro 9. Prueba de correlación de Mantel-Haenszel.....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Pseudoescorpiones. Habitus. Tridenchthoniidae, Bochicidae, Ideoroncidae, Syarinidae y Garypinidae.....	110
Anexo 2. Familia Chernetidae.....	111
Anexo 3. Habitus. Vista dorsal. Atemnidae, Cheliferidae y Withiidae.....	112
Anexo 4. Carapachos y Genitalia	113
Anexo 5. Quelas y Sedas.....	114
Anexo 6. A y B. Quelícero, genitalia, arolium y espinas coxales.....	115
Anexo 7. Riqueza y abundancia específica por localidad y microhábitat.	116

RESUMEN

El estudio de los patrones espaciales y temporales de la distribución y abundancia de los organismos es muy importante para conocer su biología. En Oaxaca estos estudios son escasos y la mayoría de ellos abarcan principalmente a comunidades vegetales y de vertebrados. En el caso de los invertebrados su estudio es limitado. El objetivo de este trabajo fue describir la variación espacial y temporal de la diversidad de pseudoescorpiones a lo largo de un gradiente altitudinal en Santiago Comaltepec, Oaxaca. En este trabajo se establecieron cuatro estratos altitudinales en un intervalo que va de 150 m a 2,990 m de altitud. El registro de las especies se realizó a través de una serie de muestreos mensuales, que iniciaron en abril de 2016 y culminaron en abril de 2017. Se estimó la diversidad α , β y γ a largo del gradiente altitudinal y se relacionaron con la temperatura y la precipitación. Se encontraron 742 ejemplares pertenecientes a diez familias, 16 géneros y 18 especies. La mayor riqueza se observó en el Mameyal a 989 msnm y la menor en Cerro Pelón a 2,990 msnm. Los meses con el mayor número de especies y organismos fueron enero, marzo y abril de 2017. El valor más alto del índice de Shannon se observó en el Mameyal a 989 msnm ($H= 1.724$) y el más bajo en Soyolapam a 2,177 msnm ($H= 0.692$). De acuerdo con el índice de diversidad verdadera a 989 msnm está la localidad con la mayor composición, riqueza y abundancia de pseudoescorpiones. Las comunidades de pseudoescorpiones más similares fueron las que se encontraron en Soyolapam a 150 m y en Mameyal a 989 msnm y en Soyolapam a 150 m y Cerro Pelón 2,990 m, por otro lado, a 2,177 msnm está la localidad más disímil (Relámpago). La diversidad gamma en el

gradiente altitudinal tuvo un valor de 2.15 y fue principalmente afectada por la diversidad alfa promedio. En la temporada seca la diversidad alfa fue alta y estuvo regulada ligeramente por la precipitación, también se observó un mayor recambio de especies, la cual estuvo asociada principalmente a los cambios en la temperatura. Las pruebas estadísticas demostraron que conforme aumenta la altitud, disminuye la diversidad de pseudoescorpiones, por lo tanto, la hipótesis de este trabajo se rechaza.

Palabras clave: Riqueza de especies, abundancia, Santiago Comaltepec, localidades, diversidad, gradiente altitudinal.

ABSTRACT

The study of spatial and temporal patterns of organisms' distribution and abundance are very important to know their biology. In Oaxaca, these studies are limited and most of them cover mainly plant and vertebrate communities. In the case of invertebrates, their study is limited. The objective of this work was to describe the spatial and temporal variation of the diversity of pseudoscorpions along an altitudinal gradient in Santiago Comaltepec, Oaxaca. We work in an altitudinal interval of 150 m at 2,990 m altitude, considering four altitudinal strata. Collected species records were carried out monthly began in April 2016 and culminated in April 2017. The diversity α , β and γ diversity were estimated along the altitudinal gradient and were related to temperature and precipitation. 742

specimens were obtained belonging to ten families, 16 genera and 18 species. The highest species richness was observed in the Mameyal at 989 masl and the lowest in Soyolapam at 2,990 masl. The months with the highest number of species and organisms were in January, March and April from in 2017. The highest value of the Shannon index was observed in the Mameyal at 989 masl ($H = 1.724$) and the lowest in the Cerro Pelón at 2,177 masl ($H = 0.692$). According to the true diversity index, in the Mameyal at 989 is the highest composition, species richness and abundance of pseudoscorpions. Communities more similar in pseudoscorpiones species composition were in Soyolapam at 150 masl and in the Mameyak at 989 masl and in Soyolapam at 150 masl y Cerro Pelón at 2,990 masl while at 2,177 m is the most dissimilar community (Relámpago). The gamma diversity in the altitudinal gradient had a value of 2.15 and was mainly affected by the average alpha diversity. In the dry season, alpha diversity was high and was slightly regulated by precipitation; a greater species turnover was also observed at this season, which was mainly associated with changes in temperature. Statistical tests showed that as the altitude increases, the diversity of pseudoscorpions decreases, therefore, the hypothesis of this work is rejected.

Keywords: Species richness, abundance, Santiago Comaltepec, localities, diversity, altitudinal gradient.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de los patrones espaciales y temporales de la distribución y abundancia de los organismos son muy importantes para conocer su biología. Para ello uno de los patrones más antiguos y fundamentales que se ha estudiado es el propuesto por Von Humboldt a principios del siglo XIX, quien establece que el fenómeno de la geografía y la distribución de los organismos vivos, dependen del conocimiento de tres coordenadas: latitud, longitud y altitud (Martín-Díaz, 2007).

En el caso del factor altitud, el efecto de los gradientes altitudinales sobre la diversidad y composición de las comunidades se manifiesta por una tendencia general para diversos grupos en que la riqueza de especies disminuye a mayores alturas pues presentan una gran variedad de climas en los cuales se desarrolla una biota adecuada (Gaston y Spices, 2004, Contreras-García *et al.*, 2009). Tales cambios en la riqueza y diversidad de especies por efecto de la altitud están determinados por cuatro factores principales: 1) área: el área del terreno varía con la elevación, por lo tanto, esta variación puede cambiar las relaciones observadas entre la riqueza y la elevación, 2) disponibilidad de energía: la variación en la disponibilidad de energía puede contribuir a los gradientes altitudinales en la riqueza de especies, alcanzando su pico a elevaciones bajas e intermedias, 3) aislamiento: las elevaciones más altas están, para la mayoría de los taxones, mucho más aisladas, de forma que, la inmigración es menos probable, el endemismo, la especiación y la extinción aumentan debido a la conectividad reducida de las poblaciones, 4) zonificación: los picos en la riqueza de especies en elevaciones intermedias pueden

ser el resultado de interacciones y retroalimentación entre comunidades zonales, cuyas transiciones sirven para aumentar el número de especies (Gaston y Spices, 2004). A este patrón se le conoce como la regla de Rapoport, y está determinado principalmente a la estabilidad de las condiciones climáticas (Guerrero y Sarmiento, 2010). Por lo tanto, estudiar la distribución de plantas y animales a lo largo de gradientes puede evidenciar los factores que gobiernan y mantienen la diversidad de especies en el planeta (Sanders, 2002).

En invertebrados se ha observado que la riqueza y la diversidad declinan con el aumento de la altitud (Sandoval-Mojica y Fagua, 2006; Guerrero y Sarmiento, 2010). Sin embargo, en las avispas (Hymenoptera: Braconidae) sus valores máximos de riqueza se encuentran en altitudes intermedias (Sulca-Garro, 2013). Lo cual soporta la idea planteada por Rahbek (1995), quien manifiesta que en las altitudes intermedias se concentra la mayor cantidad de especies debido a las condiciones ecológicas y al efecto del área. Esto es, en altitudes intermedias pueden existir condiciones favorables tanto para especies de altitudes altas como bajas; a esto se le conoce como el efecto ecotono (incremento en la riqueza de especies por simple solapamiento entre dos ensamblajes que podrían estar limitados por fronteras geográficas) y pueden tener mayor importancia que el efecto del área (Guerrero y Sarmiento, 2010).

Aunque se ha reconocido desde hace mucho tiempo que la abundancia y la distribución están íntimamente interrelacionadas, la naturaleza de esta relación ha sido poco estudiada (Gaston y Spices, 2004). En general, el patrón de variación espacial, es que la abundancia disminuye de manera simétrica y monótona desde el centro de la distribución hacia los límites y se correlaciona positivamente entre la

densidad de población local y la extensión de la distribución espacial entre especies similares (Brown, 1984). Este patrón se mantiene tanto dentro de pendientes pronunciadas y geográficamente restringidas de cambios ambientales, como en las laderas de las montañas y en toda la gama geográfica de especies extensas, incluso cuando una barrera abrupta de un hábitat inadecuado limita la distribución (Brown, 1984).

Los estudios sobre la medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas (Moreno, 2001). Sin embargo, las comunidades no están aisladas, en cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades (Moreno, 2001). Por ello, para poder comprender los patrones de variación espacial y los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, es necesario distinguir los componentes de la diversidad especies, los cuales son: la diversidad alfa, la diversidad beta y la diversidad gamma (Moreno, 2001; Koleff, 2005). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje (Whittaker, 1972). Actualmente, existen numerosos trabajos que explican cómo estos componentes influyen sobre los patrones y los cambios de la diversidad en un gradiente altitudinal. Por ejemplo, Guerrero y Sarmiento (2010) determinaron la composición y distribución de las hormigas (Hymenoptera, Formicidae) dentro de la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia) en un rango altitudinal de 835 m a 1,395 m en cuatro localidades, encontraron que la mayor diversidad se da en las altitudes

más bajas y los valores de recambio de especies similitud basada en la abundancia y la incidencia de las especies, muestran que la fauna de hormigas a lo largo del gradiente está dividida en dos grupos, el primero entre 835 m y 968 m y el segundo entre 1,198 m y 1,395 m.

1.1. Pseudoescorpiones

Los pseudoescorpiones, son pequeños arácnidos que se caracterizan por tener un cuerpo deprimido dorso-ventralmente dividido en un prosoma y un opistosoma (Weygoldt, 1969; Muchmore, 1990). Tienen una longitud que oscila entre uno a doce milímetros (Weygoldt, 1969; Muchmore, 1990; Francke, 2013). Son crípticos y viven entre el musgo y la hojarasca, debajo de troncos caídos y piedras, bajo la corteza de los árboles y en nidos de aves, roedores e insectos sociales tales como; hormigas, abejas y termitas. Son depredadores de pequeños artrópodos tales como: dípteros, ácaros y colémbolos (Muchmore, 1990). Se distribuyen principalmente en regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo (Weygoldt, 1969), utilizan a otros animales, tanto vertebrados como invertebrados, para movilizarse de un lugar a otro en una relación simbiótica conocida como foresia (Francke, 2013). Otras especies de pseudoescorpiones permanecen en el mismo hábitat durante todo el año, pero la mayoría de ellas migran al suelo o a otros refugios en el periodo invernal, donde construyen cámaras de seda para invernar y permanecen allí en estado latente hasta primavera, también, hay especies que construyen cámaras de seda de verano para la crianza o para muda (Belozarov, 2013).

Por lo general, los machos son más pequeños que las hembras, y en algunas especies, los pedipalpos o las quelas son diferente forma o tamaño (Weygoldt, 1969). La transferencia espermática es indirecta mediante un espermátforo producido por el macho: en algunas especies el espermátforo es muy simple y los machos simplemente depositan en aquellos lugares frecuentados por las hembras; en otras especies el espermátforo es más complejo y la transferencia se realiza durante una danza nupcial, las hembras depositan de 3 a 40 huevecillos, los cuales acarrea en un receptáculo o saco de crianza (Francke, 2013). Las crías pasaran por tres estadios postembrionarios antes de la etapa adulta; protoninfa, deutoninfa y tritoninfa (Weygoldt, 1969). Antes de convertirse en adultos se alimentarán por sí mismas y mudarán alrededor de tres veces en un año (Savory 1966). No se sabe mucho sobre el tiempo requerido para el desarrollo de protoninfa a la etapa adulta o sobre su longevidad, pero se ha observado que *Pselaphochnes scorpioides* (Hermann), en condiciones de laboratorio, alcanza la madurez en tres o cuatro meses (Weygoldt, 1969). Su protoninfa muda a deutoninfa después de dos semanas, la siguiente muda ocurre un mes después y la muda final hasta la madurez acontece después de seis u ocho semanas (Weygoldt, 1969). Los adultos viven de dos a cinco años y solo producen una generación por año (Weygoldt, 1969; Gabbutt, 1969), aunque se observado que los ciclos de vida y el número de generaciones por año probablemente dependen de las condiciones ambientales, por ejemplo, *Neobisium carcinoides* Hermann, 1804 en el suroeste de Inglaterra presentan dos por año, uno en primavera y otro en otoño con densidades máximas de protoninfas en junio y octubre, mientras que en el noroeste de Australia a una altitud superior a 1,600 msnm solo tuvo un periodo reproductivo (Gabbutt, 1969; Weygoldt, 1969).

La madurez sexual varía dependiendo de la especie, por ejemplo, *Chthonius ischnocheles* Hermann, 1804 los adultos son más abundantes en los meses de marzo a abril y su madurez sexual comienza entre junio y julio (Gabbutt, 1969). *Neobisium carcinoides*. la etapa adulta se registra de diciembre- enero y en marzo (Weygoldt, 1969).

Los pseudoescorpiones se encuentran en todas partes del mundo, excepto en la región ártica y antártica (Hoff, 1949). Llegan a su mayor grado de desarrollo, tanto en tamaño poblacional como en diversidad en los trópicos y subtrópicos (Hoff, 1949). Muchas de las super-familias y familias son de distribución mundial, con al menos algunos representantes en casi todos los ambientes terrestres (Hoff, 1949).

Actualmente México es considerado como un país megadiverso, cuya riqueza representa entre 65 y 70% de la biodiversidad global (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008). Oaxaca resalta por gran diversidad en cuanto a su flora y fauna, se encuentra dentro de los cinco estados con mayor riqueza de vertebrados y artrópodos (García-Mendoza *et al.*, 2004; Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008).

Sin embargo, a pesar de su gran diversidad la mayoría de los estudios de distribución altitudinal en el estado abarcan principalmente comunidades vegetales y de vertebrados. Oaxaca está dividido en 30 distritos, 570 municipios y ocho regiones (García-Mendoza *et al.*, 2004). Uno de esos municipios es Santiago Comaltepec, que corresponde al área de estudio del presente trabajo y la cual se encuentra ubicada en la región de la Sierra Norte, área prioritaria para la conservación (Arriaga-Cabrera *et al.*, 2009). En esta región se encuentran los bosques mesófilos de montaña más extensos del estado, bosques de pino y encino, selvas altas perennifolia y baja

caducifolia, bosques de cedro y abeto, praderas y pastizales naturales (García-Rodríguez y Taveda-Alonso, 2002).

2. ANTECEDENTES

Cuando se habla de la diversidad de México, se hace énfasis en las plantas vasculares y en los vertebrados. Los artrópodos a pesar de ser un grupo tan diverso son de los grupos menos conocidos, pues no existen muchos especialistas para cubrir su estudio y los ambientes donde se desarrollan (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008). Así, para artrópodos Francke (2013) estima que, en México solo se conoce el 25.8% de la diversidad de arácnidos (excluyendo a los Acari), lo cual comparada con la diversidad mundial equivaldría un 10%. Se sabe que a nivel mundial existen 3,533 especies, 454 géneros y 26 familias de pseudoescorpiones (Harvey, 2013a); en México se han reportado 166 especies, 67 géneros y 19 familias (Francke, 2013; Harvey, 2013b; Córdova-Tabares y Villegas-Guzmán, 2013; Villegas-Guzmán, 2015). En Oaxaca se han reportado 43 especies, 31 géneros y 14 familias (Ceballos, 2004; Flores-Luna, 2006; Villegas-Guzmán *et al.*, 2006; Harvey *et al.*, 2006; Harvey y Muchmore, 2013; Jiménez-Hernández, 2016; Jiménez-Hernández *et al.*, 2018). Para la Sierra Norte de Oaxaca se conocen 21 especies únicamente (Flores-Luna, 2006; Villegas-Guzmán *et al.*, 2006; Jiménez-Hernández, 2016).

En la comunidad de Santiago Comaltepec se registró a *Ideoblothrus mexicanus* Muchmore, 1972, la cual fue colectada en hojarasca (Flores-Luna, 2006; Villegas-Guzmán *et al.*, 2006); las otras 13 especies, fueron colectadas en la comunidad de Santa Catarina Lachatao, asociadas a cinco tipos diferentes de microhábitats: hojas

secas colgantes, en troncos en descomposición, debajo de rocas, en hojarasca y en cuevas (Jiménez-Hernández, 2016). Villegas-Guzmán (com. per.) menciona que Oaxaca ocupa el segundo lugar con mayor diversidad de pseudoescorpiones en el país.

Los estudios que consideran gradientes altitudinales realizados en Oaxaca se han enfocado principalmente en comunidades vegetales y de vertebrados. Ejemplo de ello son los estudios de Mondragón-Chaparro, *et al.*, (2006) que trabajaron con bromelias epífitas, Gómez-Mendoza *et al.*, (2007) con tipos de vegetación de mayor cobertura, Zacarías-Eslava y Del castillo (2010) con ecosistemas templados, Viveros-Viveros *et al.* (2013) con *Pinus patula* y Hernández-Rodríguez (2014) con musgos. En vertebrados están los trabajos de García-García (2007) con mamíferos (voladores) y el de Botero (2011) con mamíferos carnívoros. En estos trabajos se concluye que la riqueza de las especies disminuye con la altitud, a excepción de los musgos, los cuales disminuyen en altitudes altas y bajas, y tienen su pico máximo de distribución en las partes intermedias, dentro de un intervalo de 1,140 m a 2,138 m de altitud. En el caso de los invertebrados tenemos el trabajo realizado por Luis *et al.*, (1991) de mariposas, quienes realizaron un gradiente altitudinal con un rango de 100 m – 3,100 m, iniciando en San José Chiltepec y terminando en Cerro Pelón (Santiago Comaltepec), quienes concluyeron que la mayor diversidad se ubica en los Bosques Mesófilos de montaña y el Bosque tropical perennifolio, dentro de un rango altitudinal aproximado de 1,000 m a 2,000 m (Luis-Martínez, 2013).

Para pseudoescorpiones no hay muchos trabajos que relacionen su distribución con los gradientes altitudinales. A nivel mundial sólo existen dos estudios donde relacionan la altitud y la diversidad de pseudoescorpiones, el primero realizado por

Hoff (1959) quien examinó la distribución altitudinal de pseudoescorpiones de Nuevo México, Estados Unidos. Cabe mencionar que, el trabajo de Hoff (1959) no es propiamente un trabajo de distribución altitudinal. Él hizo una revisión bibliográfica de todos los trabajos que realizó, donde determinó que la mayor diversidad de especies se produce a niveles intermedios en elevaciones entre 1,828 m y 2,438 m por encima del nivel del mar, en su registro reportó nueve familias, 28 géneros y 39 especies.

El segundo trabajo fue el de Sato (1983) quien estudió los pseudoescorpiones del suelo en el Monte Fuji, Japón, en un intervalo altitudinal de 300 m a 2,400 m. En el cual determina dos familias, cinco géneros y ocho especies, y observa que los pseudoescorpiones siguen cuatro patrones diferentes de distribución y los clasifica de la siguiente manera: A) con una distribución restringida por debajo de 900 m como *Tyrannochthonius japonicus* Ellingsen, 1907, B) en niveles intermedios entre 900 m – 1,300 m como *Microbisium pygmaeum* Ellingsen, 1907 C) de gran altura de 1,100 m – 2,300 m como *Microcreagris macropalpus* Morikawa, 1955 y D) con amplia distribución entre 500 m – 2,300 m como *Allochthonius opticus* Ellingsen, 1907 y *Bisetocreagris japónica* Ellingsen, 1907. Además, menciona que el clima está directamente relacionado con la distribución de las plantas dominantes y con la zonación altitudinal observada en pseudoescorpiones: por esta razón, los picos máximos de diversidad de pseudoescorpiones se encuentran en los niveles intermedios (900 m -1,300 m).

Monteagudo-Sabaté *et al.* (2001) realizaron un estudio comparativo sobre la diversidad de las comunidades de *Papilionoidea* (*Lepidoptera*) en dos Sierras pertenecientes a la Sierra Madre del Sur (México). Observaron que en ambas Sierras la mayor riqueza específica se encuentra entre los 500 m y 1,000 m de elevación, los

valores de similitud entre las faunas estudiadas expresan tres pisos altitudinales claramente diferenciadas, de acuerdo con la composición de las comunidades de mariposas: 1) de 250 m a 1,000 m, 2) de 1,200 m a 1,800 m y 3) de 1,800 m a 2,000 m. Estos trabajos nos muestran que al particionar las diversidades en sus diferentes componentes nos ayudan a comprender y explicar los factores que influyen sobre una comunidad o el conjunto de ellas.

3. JUSTIFICACIÓN

Los pseudoescorpiones son un grupo poco estudiado por aracnólogos y tan solo el 1.3% de las especies en el país han sido descritas por autores mexicanos, dichos trabajos se basan principalmente en la descripción taxonómica y biológica del grupo (Ceballos, 2004; Francke, 2013). Estos organismos juegan un papel importante en el equilibrio ecológico como controladores de poblaciones de ácaros, dípteros y colémbolos (Muchmore, 1990; Francke, 2013)

Hasta el momento, en el estado de Oaxaca y en el país no se han realizado estudios de tipo ecológico con los pseudoescorpiones donde se haya determinado la diversidad en sus diferentes componentes (alfa, beta y gamma); tampoco se han hecho trabajos para conocer la relación que existe entre estos organismos y los gradientes altitudinales, así como las variables ambientales que se asocian a estos gradientes (climáticos, edáficos, etc). Por lo tanto, este será el primer trabajo que evalúe la distribución altitudinal y temporal de los pseudoescorpiones en Oaxaca y en México, por lo que los resultados, contribuirán al conocimiento taxonómico, ecológico y biológico del grupo.

4. HIPÓTESIS

Si la altitud, la temperatura y la precipitación, son algunos factores que determinan el tipo de vegetación y se sabe que esto influye en la presencia de los pseudoescorpiones, entonces se esperaría encontrar una mayor diversidad de estos arácnidos en niveles intermedios del gradiente, donde se encuentran las condiciones adecuadas para su desarrollo, mientras que en las altitudes bajas y altas la diversidad será menor.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Describir la variación espacial y temporal de la diversidad de pseudoescorpiones a lo largo de un gradiente altitudinal.

5.2. Específicos

1. Comparar la diversidad α y β en el gradiente altitudinal.
2. Relacionar la diversidad α y β con la temperatura y la precipitación en los cuatro sitios de muestreo a lo largo de un ciclo anual.
3. Estimar la diversidad γ en el gradiente altitudinal mensualmente a lo largo de un año.

6. MÉTODOS

6.1. Área de estudio

El municipio de Santiago Comaltepec, se localiza en la región de la Sierra Norte la cual es una de las ocho regiones del estado de Oaxaca (Municipios, 2016) y debido a su gran diversidad de ambientes es considerada como un área prioritaria para la conservación (Arriaga-Cabrera *et al.*, 2009). Este municipio pertenece al distrito de Ixtlán y se ubica entre las coordenadas 17° 34' de latitud norte y 96° 33' longitud oeste. Tiene una superficie de 65.07 Km² y una altitud promedio de 2,000 metros (INAFED, 2016; Municipios, 2016). Limita al norte con los municipios de San Pedro Yólox, San Juan Quiotepec y San Juan Bautista Valle Nacional, al sur con Ixtlán de Juárez y San Pablo Macuilianguis, al oeste con San Pablo Macuilianguis y San Pedro Yólox, y al este con los municipios de Ayotzintepec y nuevamente con Ixtlán de Juárez (INAFED, 2016; Municipios, 2016; Fig. 1).

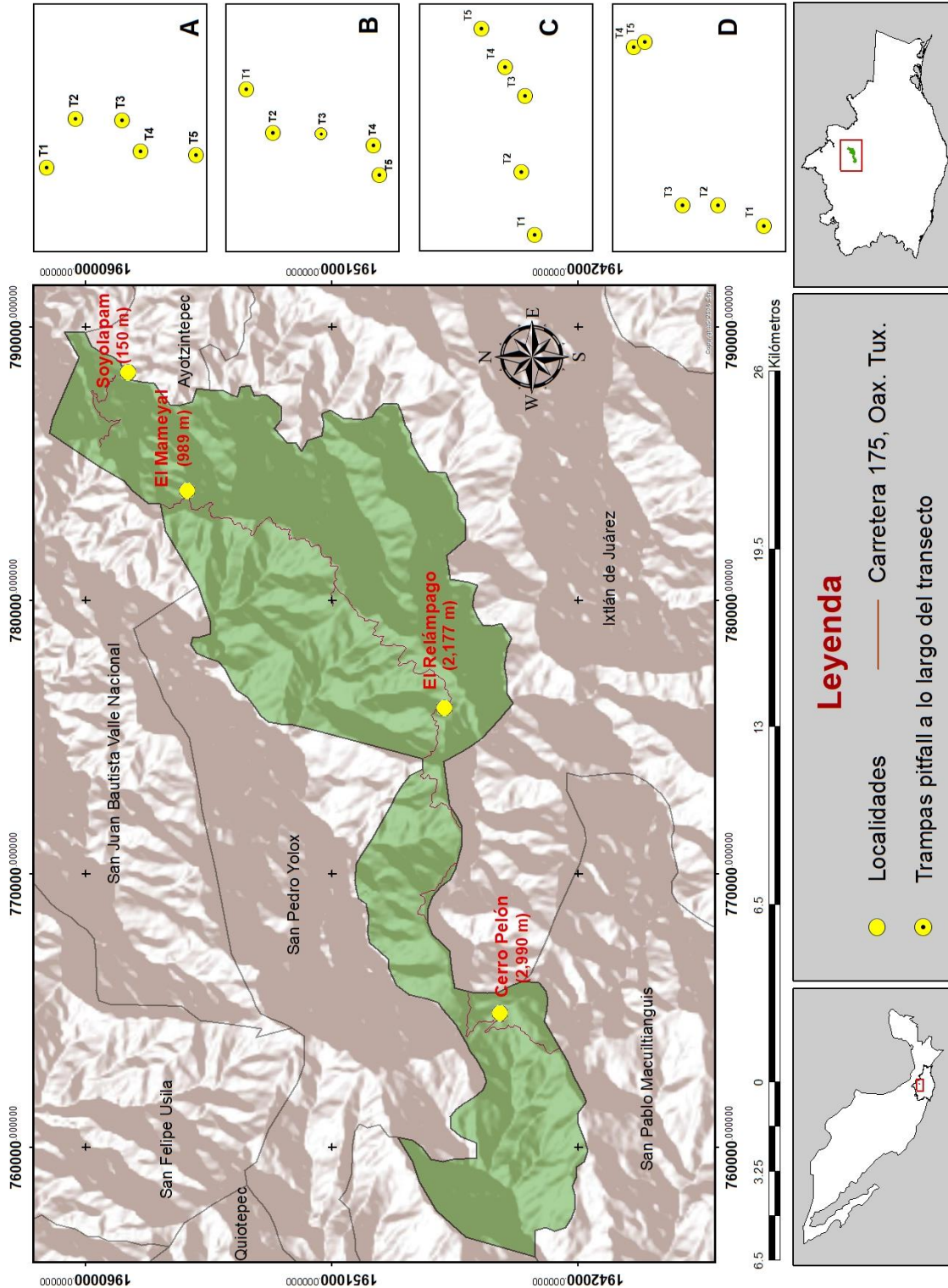


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y localización de las trampas utilizadas T_n = trampa pitfall (el subíndice indica el número de la trampa, las cuales se enumeran del 1 al 5), la separación entre trampas fue aproximadamente de 40 m. Localidades. A. Cerro Pelón. B. El Relámpago. C. El Mameyá. D. Soyolapam.

PROYECCIÓN: GCS_WGS_1984_UTM Zone 14N. FUENTES DOCUMENTALES: División Nacional y Estatal, INEGI, 2015.

6.2. Localidades

En el área de estudio, se seleccionaron cuatro sitios, con un intervalo altitudinal aproximado de 1,000 m entre cada sitio. La localidad más alta corresponde a “Cerro Pelón” (17° 34′ 28.4″ N; 96° 30′ 15.5″ W, 2,990 m), el cual de acuerdo con Torres-Colín (2004) es un bosque abierto compuesto principalmente *Pinus hartwegii* Lindl. 1839, asociado con arbustos de las familias Ericaceae y Rosaceae, así como de herbáceas de Asteraceae y Caryophyllaceae; la temperatura media anual es de 23.29 °C, con una máxima de 26.2 °C en el mes de mayo y una mínima de 19.6 °C en enero, y una amplitud térmica de 6.6 °C, la precipitación total anual es de 277.7 mm, siendo julio y septiembre los meses más húmedos (Fick y Hijmans, 2017) (Figs. 1-4).

El segundo sitio, se ubica dentro de la localidad “El Relámpago” (17° 35′ 30″ N; 96° 23′ 56.0″ W, 2,177 m); Torres-Colín (2004) señala que la vegetación presente es de Bosque Mesófilo de Montaña, el estrato principal lo forman especies arbóreas de la familia Fagaceae, Ulmaceae, Magnoliaceae, Lauraceae, Sapindaceae y Ericaceae, también existen especies epifitas de las familias Bromeliaceae, Orchidaceae y Piperaceae, se caracteriza por tener una precipitación anual de 295.86 mm, con una máxima en el mes de septiembre (53.80 mm) y una mínima en marzo (4.32), la temperatura media anual es de 16.61 y oscila entre los 14.22 °C y 18.85 °C con una amplitud térmica de 4.63 °C, siendo mayo el mes más cálido y enero el más frío (Fick y Hijmans, 2017) (Figs. 1-3 y 5).

El tercer sitio corresponde a la localidad de “El Mameyal” (17° 40′ 31.5″ N; 96° 19′ 22.2″ W, 989 m), Torres-Colín (2004) indica que se encuentra ubicada en una zona

de transición entre el Bosque Mesófilo de montaña y la Selva Alta Perennifolia, donde destacan herbáceas de las familias Melastomataceae y Dioscoreaceae y palmas de la familia Arecaceae (Torres-Colín, 2004), la precipitación total anual es de 277.7 mm, los meses más lluviosos son julio (50.3 mm) y septiembre (44.5 mm), mientras que en febrero (6.3 mm) y marzo (6.0 mm) la precipitación es menor, presenta una temperatura media anual de 23.29 °C, con una máxima de 26.2 °C en el mes de mayo y una mínima de 19.6 °C en enero, dando como resultado una amplitud térmica de 6.6 °C (Fick y Hijmans, 2017) (Figs. 1-3 y 6).

La última localidad es la comunidad de “Soyolapam” (17° 41´ 40.4´´ N; 96° 16´ 14.6´´ W, 150 m) la cual se encuentra asociada a un cuerpo de agua y es una Selva Alta Perennifolia, en ella se puede observar la presencia de comunidades vegetales secundarias de tipo herbáceo, arbustivo y arbóreo, producto del impacto de las actividades antropogénicas (Torres-Colín, 2004). Presenta una precipitación total anual de 335.56 mm, siendo julio (58.7 mm) y agosto (53.22) los meses más lluviosos, la temperatura media anual es de 24.7°C y oscila entre los 20.88°C y 27.78°C con una amplitud térmica 6.9, manifestando que la temperatura a lo largo del año varía notablemente, siendo mayo el mes más cálido y enero el más frío (Fick y Hijmans, 2017) (Figs. 1-3 y 7).

Todas las localidades presentan pendientes pronunciadas y su acceso solamente es posible a través de una vereda y con los permisos de las autoridades comunitarias. En ellas se realizaron recolectas mensuales de pseudoescorpiones, las cuales iniciaron en abril del 2016 y culminaron en abril del 2017. En cada sitio se trazó un transecto con una longitud de 200 m por 10 m de ancho, a lo largo del cual, se tomaron muestras en todos los hábitats potenciales (Fig. 1 de la A-D).

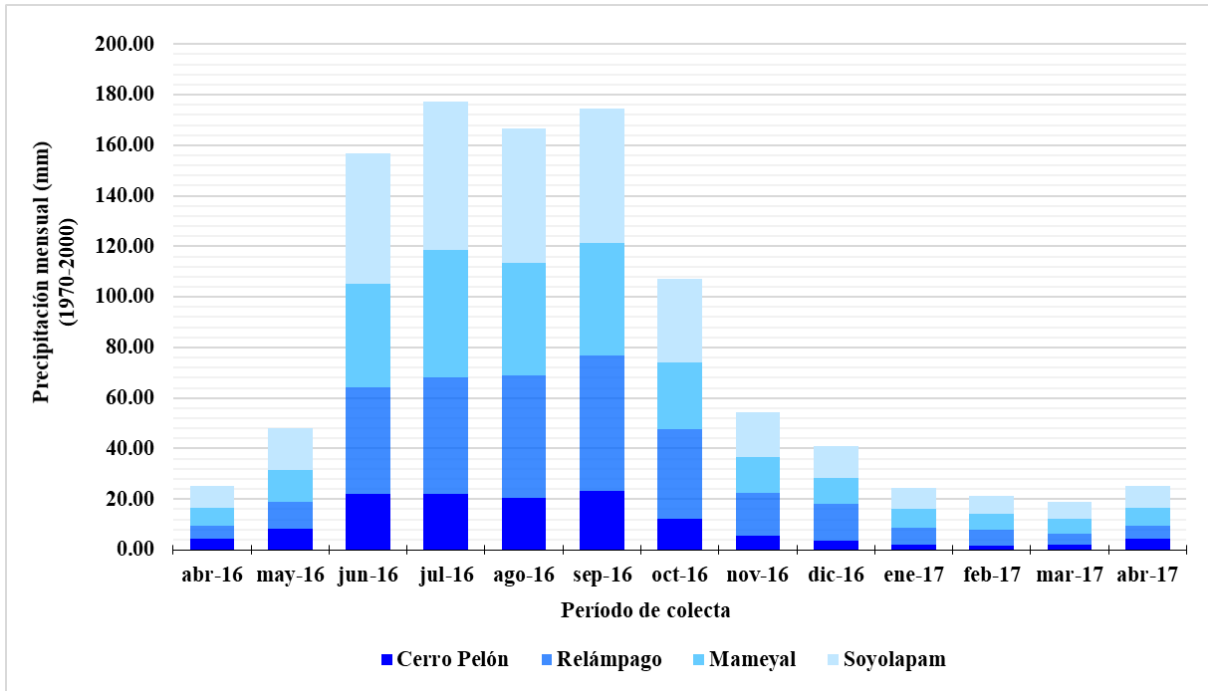


Figura 2. Distribución de la precipitación anual (mm) en los cuatro sitios de muestreo dentro del municipio de Santiago Comaltepec, Oaxaca; corresponde al período de 1970 a 2000 (datos obtenidos de las variables bioclimáticas de Wordclim v2 con una resolución espacial de 30 segundos) (Fick y Hijmans, 2017).

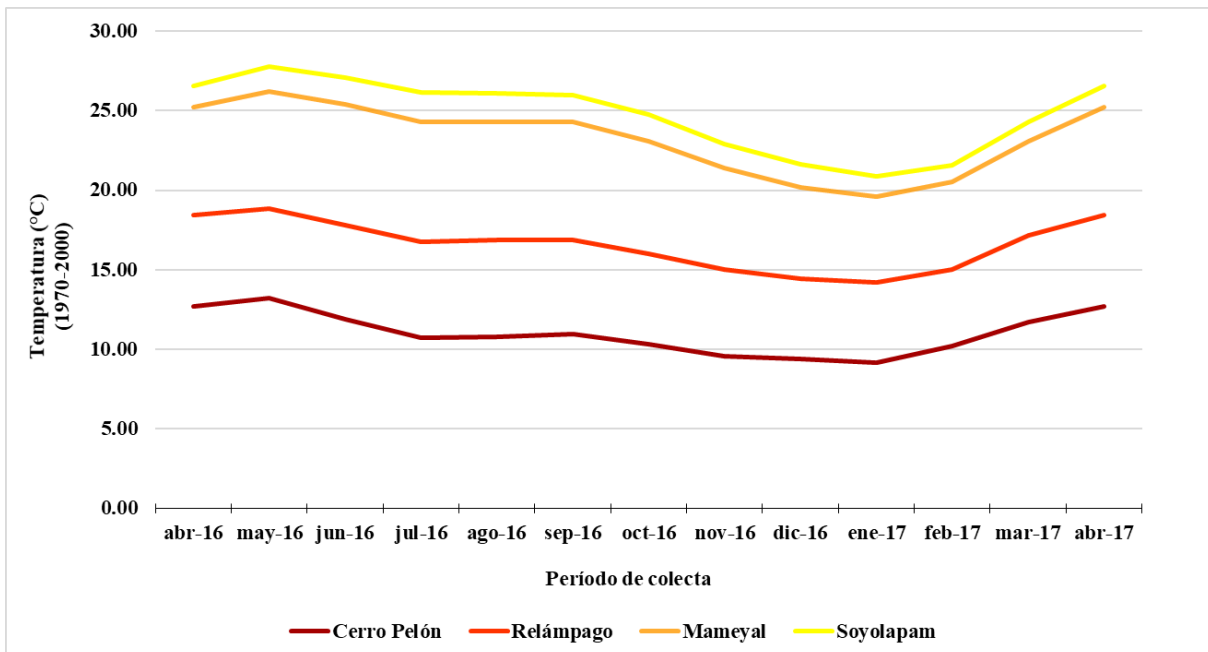


Figura 3. Distribución de la temperatura anual promedio en los cuatro sitios de muestreo en Santiago Comaltepec, en el período de 1970 a 2000 (datos obtenidos de las variables bioclimáticas de Wordclim v2 con una resolución espacial de 30 segundos) (Fick y Hijmans, 2017).



Figura 4. Transecto y vegetación asociada en la localidad Cerro Pelón.



Figura 5. Transecto y vegetación asociada en El Relámpago.



Figura 6. Transecto y vegetación asociada en El Mameyal.



Figura 7. Transecto y vegetación asociada en Soyolapam.

6.3. Muestreo y recolecta de los ejemplares

La recolección de pseudoescorpiones se realizó implementando tres métodos de captura de acuerdo con Márquez-Luna (2005) con la finalidad de encontrar la mayor cantidad de especies en cada localidad y evitar sesgos: 1) trampas de caída o pitfall, las cuales consistieron en botes de plástico de 600 ml, recortados por la mitad, conteniendo 150 ml de una mezcla de alcohol etílico al 80% y anticongelante de la marca SUPER TECH, en una porción de 1:1. Se instalaron cinco en cada sitio altitudinal con 40 m de separación y se enterraron al ras del suelo, se les colocó una malla de 2 x 2 cm de abertura para evitar la entrada de organismos grandes y se taparon con un plato de plástico para protegerlos de la lluvia (Fig. 8). 2) Se tomaron al azar tres muestras de hojarasca y de suelo con un volumen aproximado de 800 g y se colocaron en bolsas de plástico para su transporte (Fig. 9), una vez en el laboratorio se colocaron en los embudos de Berlese-Tullgren para la extracción de los organismos, este método consistió de un embudo sobre el cual se colocó un tamiz con un diámetro de malla de 5 mm, una fuente luminosa en la parte superior y un recipiente con alcohol etílico al 80% situado en el extremo inferior del embudo. Los primeros tres días los embudos permanecieron sin luz, evitando un secado demasiado rápido y la muerte de los organismos dentro de los embudos, posteriormente se aplicó una fuente de luz de 70 watts de intensidad durante tres o cuatro días, dependiendo la humedad de las muestras (Fig. 10). 3) Captura directa, consistió en la inspección minuciosa debajo de la corteza de árboles, en troncos en descomposición, en vainas foliares, debajo de las rocas y en las hojas secas colgantes de plantas. Una vez localizados los organismos se capturaron

directamente del medio con pinzas de punta fina y se depositaron enviales con alcohol etílico al 80% de acuerdo como lo recomienda Muchmore (1990) (Fig. 11). Esta captura se realizó posterior a la colecta de la hojarasca y del suelo, con una duración de dos horas en cada transecto. De los 13 muestreos realizados en el año, se obtuvieron 153 muestras de hojarasca, 147 de suelo, con una duración de dos horas en cada transecto.

En todos los casos, los ejemplares capturados se depositaron en viales con alcohol etílico al 80%, para su preservación y se etiquetaron con los datos de localidad, fecha, coordenadas geográficas, altitud, microhábitat y el nombre de los colectores.

En los análisis estadísticos se usará el total de ejemplares capturados por todos los métodos de colecta.



Figura 8. Trampa pitfall en campo.



Figura 9. Muestras de hojarasca y de suelo con un volumen aproximado de 800 g.



Figura 10. Procesamiento de la hojarasca y suelo en los embudos de Berlese-Tullgren.



Figura 11. Colecta directa de pseudoescorpiones. A. Corteza de árbol. B. Tronco en descomposición. C. En hojas secas colgantes. D. Debajo de roca.

6.4. Preservación y preparación de los ejemplares

Los pseudoescorpiones se procesaron siguiendo la técnica de Hoff (1949) con las modificaciones de Wirth y Marston (1968). La técnica consiste en hacer un pequeño orificio en la región abdominal del espécimen, a continuación, se coloca en KOH al 10% por 24 horas o más dependiendo que tan esclerosado este el organismo, con el fin de aclarar el cuerpo y limpiarlo internamente. Una vez transcurrido el tiempo, se lava el organismo con agua corriente durante 15 minutos. Posteriormente el ejemplar pasa por una serie de sustancias que ayudaran a aclarar y deshidratar las estructuras esclerotizadas: ácido clorhídrico al 0.02 normal por 5 minutos, ácido acético glacial al 10% por 10 minutos, alcohol isopropílico durante 10 minutos, alcohol isopropílico con esencia de clavo en una solución de 1:1 por 20 minutos y en esencia de clavo durante 15 minutos. Finalmente, el cuerpo se monta en un portaobjetos con una gota de bálsamo de Canadá u otra resina, se cubre con un cubreobjetos y se coloca en una estufa de secado para que la resina se solidifique. El material montado se depositó en la colección de pseudoescorpiones del Laboratorio de Acarología "Dra. Isabel Bassols Batalla" de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional.

6.5 Determinación taxonómica

La identificación taxonómica se realizó bajo un microscopio de contraste de fases, con ayuda de la literatura especializada. Solo se determinaron organismos adultos y los juveniles se relacionaron con ellos, debido a que por su etapa de desarrollo aún no presentan los caracteres principales para su identificación. Las ninfas son similares a los adultos, pero son más pálidos debido a la falta de esclerotización cuticular, y su genitalia aún no está desarrollada (Weygoldt, 1969). Tienen tres instars postembrionarios (protoninfa, deutoninfa y tritoninfa) antes de la etapa adulta, separados entre sí por tres mudas postembrionarias (Weygoldt, 1969). Los adultos nos proporcionan información para identificar a los organismos a familia, género y especie, en cambio, las ninfas solo se pueden identificar a familia (Harvey, 1986; Muchmore, 1990). Algunas estructuras de interés taxonómico son: la presencia de los venedens, el conducto de venenoso, el número y la distribución de las tricobotrias en las quelas (en el adulto es de doce, ocho en el fijo y cuatro en el dedo móvil, solo en Ideoroncidae este número aumenta), la forma de la espermateca en las hembras, así como, las medidas y proporciones (en centímetros) de los pedipalpos, quelíceros y el IV par patas (Chamberlin, 1931; Harvey, 1986; Weygoldt, 1969; Muchmore, 1990) (Figs. 12B-E). Dichas medidas se tomaron en base a lo propuesto por Chamberlin (1931), Benedict y Malcolm (1977) y Harvey (1992).

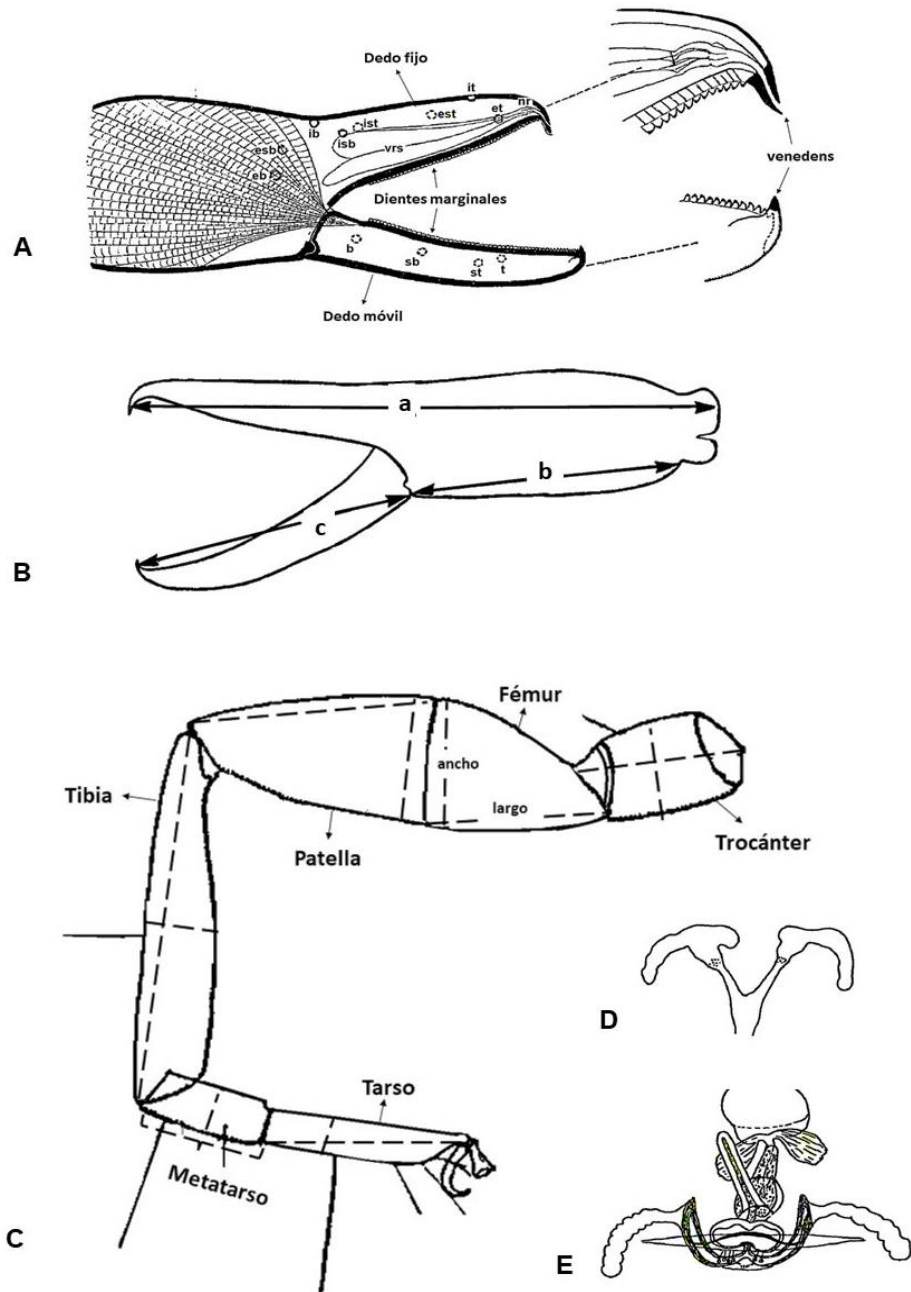


Figura 12. A. Morfología de la quela de un pseudoescorpión, distribución de las tricobotrias *b*= basal, *sb*= subbasal, *st*= subterminal y *t*= terminal en el dedo fijo; *eb*= basal exterior, *esb*= subbasal exterior, *est*= subterminal exterior, *et*= terminal exterior, *ib*= interior basal, *isb*= interior subbasal, *ist*= interior subterminal e *it*= terminal interior en el dedo móvil. *vrs*= conducto de veneno y *nr*= *nodus ramosus* (Chamberlin, 1931).

Líneas de referencia y puntos clave usados en la toma de medidas morfológicas. B. Quela: a. longitud de la quela (con el pedicelo), b. longitud de la mano y c. longitud del dedo móvil (Benedict y Malcolm, 1977). C. Pata IV (Chamberlin, 1931).

Lustrochernes grossus. D. Espermateca de la hembra y E. genitalia del macho (Muchmore, 1991).

6.6 Organización de la Diversidad

6.6.1. Diversidad alfa

Para evaluar el esfuerzo de colecta y analizar la riqueza de especies a partir del muestreo, se generó una curva de acumulación de especies como lo propone Jiménez-Valverde y Hortal (2003), Villarreal *et al.* (2006), con los programas Excel (Microsoft, 2016) y ESTIMATES v9.1 (Colwell, 2006). Para valorar la calidad del muestreo, se calculó la pendiente de la curva por medio de la ecuación de Clench donde un coeficiente de determinación (R^2) cercano a 1 y una pendiente (P) menor a 0.1, indican un buen ajuste del modelo, por lo tanto, se alcanza la asíntota y la colecta está completa de acuerdo a lo mencionado por Soberón y Llorente (1993), Chiarucci *et al.* (2003) y Jiménez-Valverde y Hortal (2003), dicho índice se calculó usando el programa STATISTICA 7.0 (StatSoft, 2004).

La información recopilada se almacenó en una base de datos que incluye los organismos de los diferentes tipos de colecta: el número total de individuos y especies observadas por localidad, así como, el número de especies raras y su abundancia. Para identificar a las especies raras se utilizó un punto de corte de 10 individuos, esto es, aquellas especies observadas como máximo 10 individuos son raras y abundantes a las observas 11 individuos o más como lo indica Chao *et al.* (2016). Para la estimación de la riqueza se utilizó Jackknife de primer orden, un método no paramétrico basado en la presencia-ausencia de las especies. Este estimador usa la cantidad de especies únicas para estimar la riqueza de especies en un sitio (Burnham y Overton, 1978; Chiarucci *et al.*, 2003; Chao *et al.*, 2016) y fue

seleccionado debido a que es el más preciso y el menos sesgado, es decir, no sobreestima ni subestima la riqueza de especies de una muestra de acuerdo con Palmer (1990) y Moreno (2001). Lo anterior se estimó con un intervalo de confianza del 95 % para cada localidad, usando el programa SPADE v3.0 (Chao *et al.*, 2016).

Se evaluó el índice de Shannon-Weaner (H) por localidad y por mes para el período de colecta utilizando un intervalo de confianza (IC) del 95%. Este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad con base en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa, es decir, mide el grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad; si las especies tienen la misma abundancia tendrá mayor incertidumbre, por lo tanto, mayor diversidad de acuerdo con Magurran (2004), Pla (2006), Moreno *et al.* (2011), dicho índice se estimó con el programa PAST v3.16 (Hammer *et al.*, 2017), los valores obtenidos fueron comparados con pruebas de *t* de Hutcheson, para probar diferencias significativas entre todas las combinaciones de pares de localidades (Zar 1996). Adicionalmente se calculó el índice de diversidad verdadera, el cual se obtiene sacando el exponente del índice de Shannon ($\exp^{(H)}$) (Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011) y el índice de la Equidad de Pielou (J), dicho índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad máxima esperada para un sitio; su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a la equidad máxima y es donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

Para la temperatura y precipitación se consideraron los datos climáticos mensuales promedios de un ciclo anual en los diferentes puntos de recolecta, a partir de datos históricos del clima correspondiente al período de 1970 al 2000 usando la base de datos de WorldClim v2 - Global Climate Data, con una resolución espacial de 30

segundos de grado (aproximadamente 1 km de resolución del ecuador) (Fick y Hijmans, 2017). Con estos datos se realizó una gráfica ombrotérmica con los datos de temperatura y precipitación mensual de un ciclo anual (abril 2016 a abril 2017) por localidad, a las cuales se les añadió el índice de Shannon-Weaner, con la finalidad de observar en que mes existe mayor diversidad alfa (α).

6.6.2. Diversidad beta

Para determinar la diversidad beta, se realizó un análisis de la similitud de las comunidades de pseudoescorpiones entre pares de localidad y por mes en un periodo de abril 2016 a abril 2017, utilizando el índice de Sørensen (I_s). Este índice expresa el grado en el que dos muestras son semejantes y relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios (Moreno, 2001; Magurran, 2004); el índice se calculó usando el programa PAST v3.16 (Hammer *et al.*, 2017). De la misma manera, se estimó el índice de Morisita-Horn (I_{MH}), que además de considerar los aspectos de índice anterior, también toma en cuenta la abundancia de cada especie de las localidades con las que se compara (Magurran, 1988; Moreno, 2001). En cualquier par de comparaciones el valor está entre 0 y 1, siendo los valores cercanos a uno los más similares (Gutiérrez-Báez *et al.*, 2012). Para tener un escenario visual de la clasificación de cada localidad de ambos índices se hizo en un dendrograma usando como función de ligamiento el promedio no ponderado UPGMA a partir de la matriz de similitud, usando el programa Primer v6 (Clarke y Gorley, 2006).

Se realizó una gráfica ombrotérmica general (promediando los valores de las cuatro localidades), la cual se obtuvo comparando las diferencias entre el valor mínimo y máximo de temperatura y precipitación por mes de muestreo y se obtuvieron los intervalos de confianza. El valor de β se obtuvo a partir del promedio mensual del índice de Sørensen ($1-(\text{Sørensen}/100)$) (Koleff, 2005).

6.6.3. Diversidad gamma

Se utilizó el índice de diversidad Gamma de forma aditiva integrando la diversidad alfa y la diversidad beta (Moreno, 2001), con la siguiente fórmula basada en Moreno (2001), se obtuvo la estimación de la diversidad gamma para cada mes de recolecta y para el promedio de todo el año.

$$\mathbf{Gamma = Alfa + Beta}$$

donde:

Alfa = es el promedio del índice de Shannon para las cuatro localidades muestreadas.

Beta = es el promedio del índice de Sørensen entre pares de localidades, la cual se calculó de la siguiente manera: $1-(\text{Sørensen})$ (Koleff, 2005) y se dividió entre 100, con la finalidad de eliminar su condición porcentual.

Se calculó la temperatura y precipitación mensual total para el gradiente altitudinal y se graficaron con los valores de gamma obtenidos por cada mes de colecta.

6.6.4. Datos climáticos: Relación entre la diversidad (α , β , γ) con la precipitación y la temperatura

Para averiguar si la diversidad α está relacionada con la distribución anual de la precipitación y temperatura local se realizó un análisis de correlación lineal con el coeficiente de Pearson en el programa PAST v3.16 (Hammer *et al.*, 2017). De acuerdo con este análisis el valor del coeficiente de correlación se encuentra en un intervalo de $-1 \leq r \leq 1$, es decir, la correlación será fuerte cuanto más cerca esté el coeficiente de correlación del ± 1 y será débil cuanto más cerca esté de cero (Zar, 1999).

Con la finalidad de observar en que mes hay más recambio de especies (diversidad beta) y si este valor está determinado por las diferencias de temperatura y de precipitación se realizó una prueba de correlación de Mantel-Haenszel (Mantel y Haenszel, 1959), utilizando la distancia euclidiana para calcular la distancia entre pares de sitios de recolecta; el análisis se hizo con el programa PAST v3.16 (Hammer *et al.*, 2017).

7. RESULTADOS

7.1. Diversidad alfa (α)

7.1.1. Riqueza de especies

Como resultado, se recolectaron 742 ejemplares, de los cuales 354 son adultos (206 ♀♀ y 148 ♂♂) y 388 ninfas (163 protoninfas, 142 deutoninfas y 83 tritoninfas),

agrupados en diez familias, 16 géneros y 18 especies; las cuales se enlistan a continuación: *Allochernes* sp., *Americhernes reductus* Muchmore, 1976, *Bochica withi* (Chamberlin), Chernetidae sp. 1 y sp. 2, *Dinochernes vanduzeei* (Chamberlin), *Ideoblothrus maya* (Chamberlin), *Juxtachelifer fructuosus* Hoff, 1956, *Levichelifer* sp., *Lustrochernes grossus* (Banks), *Muchmoreus ignotus* Harvey y Muchmore 2013, *Serianus dolosus* Hoff, 1956, *Parachernes virginicus* (Banks), *Paratemnoides pallidus* (Balzan), *Pseudoalbiorix reddelli* Muchmore 1982, *Tridencthonius mexicanus* Chamberlin y R.V. Chamberlin, 1945, *Tyrannochthonius alabamensis* Muchmore, 1996, *Withius piger* (Simon) (Cuadro 1).

Del total de especies registradas, 14 están plenamente determinadas, el resto solo se determinaron a nivel genérico debido al deterioro de los organismos (Cuadro 1).

Ninguna de las especies localizadas había sido registrada antes en Santiago Comaltepec. Ocho especies constituyen nuevos registros para el estado de Oaxaca (*Allochernes* sp., *Americhernes reductus*, *B. withi*, *Dinochernes vanduzeei*, *Ideoblothrus maya*, *M. ignotus*, *Paratemnoides pallidus*, *T. alabamensis* y *Serianus dolosus*) y tres (*A. reductus*, *B. withi* y *P. pallidus*) para México (Cuadro 1).

Enero fue el mes con mayor riqueza de especies con 16, de las cuales la de mejor abundancia fue *Paratemnoides pallidus*; los meses de marzo y abril fueron los siguientes con mayor número de especies, en estos meses se encontró principalmente a *Ideoblothrus maya* en marzo y *P. pallidus* en abril (Fig.17).

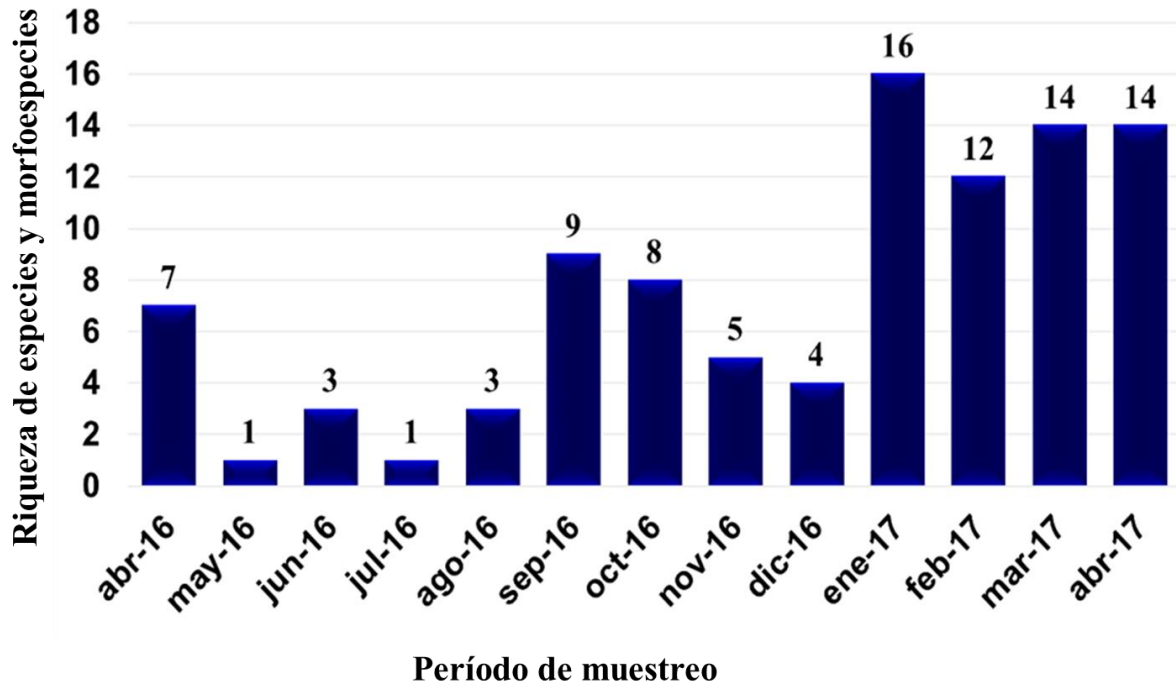


Figura 13. Riqueza de especies de pseudoscorpiones registradas por mes durante un ciclo anual.

Cuadro 1. Listado de taxa de pseudoescorpiones de Santiago Comaltepec Oaxaca. ¹ Nuevos registros para Oaxaca. ² Nuevos registros para México.

Especie	Cerro Pelón (2,990 m)	Relámpago (2,177 m)	Mameyal (989 m)	Soyolapam (150 m)
Chthoniidae				
<i>Tyrannochthonius alabamensis</i> ¹		1	55	8
Tridenchthoniidae				
<i>Tridenchthonius mexicanus</i>			8	17
Bochicidae				
<i>Bochica withi</i> ^{1,2}		57	29	
Ideoroncidae				
<i>Muchmoreus ignotus</i> ^{1,2}			6	4
<i>Pseudoalbiorix reddelli</i>			4	
Syarinidae				
<i>Ideoblothrus maya</i> ¹		1	117	62
Garypinidae				
<i>Serianus dolosus</i> ¹				3
Atemnidae				
<i>Paratemnoides pallidus</i> ^{1,2}	3		1	189
Cheliferidae				
<i>Levichelifer</i> sp.			1	
Chernetidae				
Chernetidae sp. 1			2	
Chernetidae sp. 2		9	1	
<i>Allochernes</i> sp. ¹		3		
<i>Americhernes reductus</i> ^{1,2}	11		14	46
<i>Dinochernes vanduzeei</i> ¹			5	
<i>Lustrochernes grossus</i>	1		13	66
<i>Parachernes virginicus</i>				3
Withiidae				
<i>Juxtachelifer fructuosus</i>			1	
<i>Withius piger</i>			1	
TOTAL	15	71	258	398

7.1.2. Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies para el período de colecta en las diferentes localidades resultó ligeramente asintótica a excepción de Soyolapam (150 m) en donde la curva si fue asintótica. De acuerdo con el estimador Chao 2 se adquirió el 77% de la riqueza que existe en Cerro Pelón (2,990 m), el 47% en El Relámpago (2,177 m), el 83% en El Mameyal (989 m) y el 100% en Soyolapam (150 m). Ajustando las curvas a la ecuación de Clench, se obtuvo un coeficiente de determinación (R^2) de 0.99 en todas las localidades, lo cual indica que el modelo se ajustó bien entre los taxones recolectados y a la unidad de esfuerzo. Al calcular la pendiente (P) de la curva se observa que en Cerro Pelón (2,990 m) y Soyolapam (150 m) el valor de P es cercano a 0.1 ($P= 0.09$ y 0.10 respectivamente), lo cual nos indica que nuestro inventario de especies está completo, es decir, que el esfuerzo de colecta fue bueno y que la probabilidad de ir agregando más especies a lo largo del tiempo. Por el contrario, en El Relámpago (2,177 m) y en El Mameyal (989 m) se obtuvieron valores de P de 0.21 y 0.25, que indica que el inventario de especies no está completo y que probablemente la riqueza de especies sea mayor a la que se presenta aquí (Figs. 14-17).

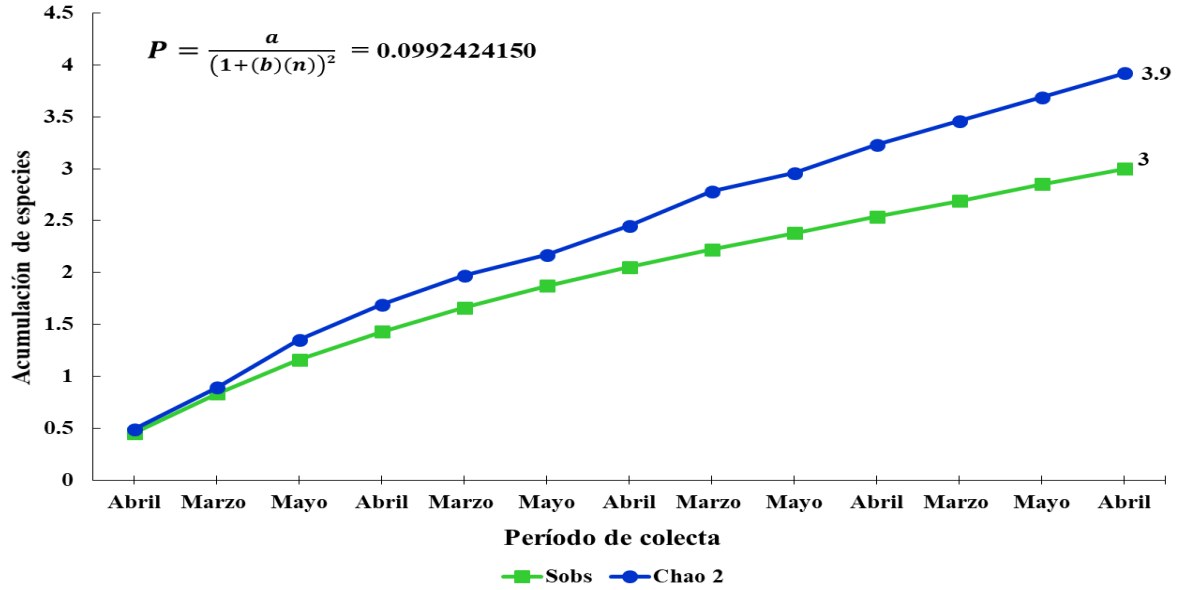


Figura 14. Curva de acumulación de especies para los pseudoescorpiones registrados en Cerro Pelón (2,990 m), entre abril 2016 y abril 2017. Sobs= Número de especies promedio acumuladas. P= pendiente de la curva. a= tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario, b= es un parámetro relacionado con la curva y n= número de unidades de esfuerzo de muestreo.

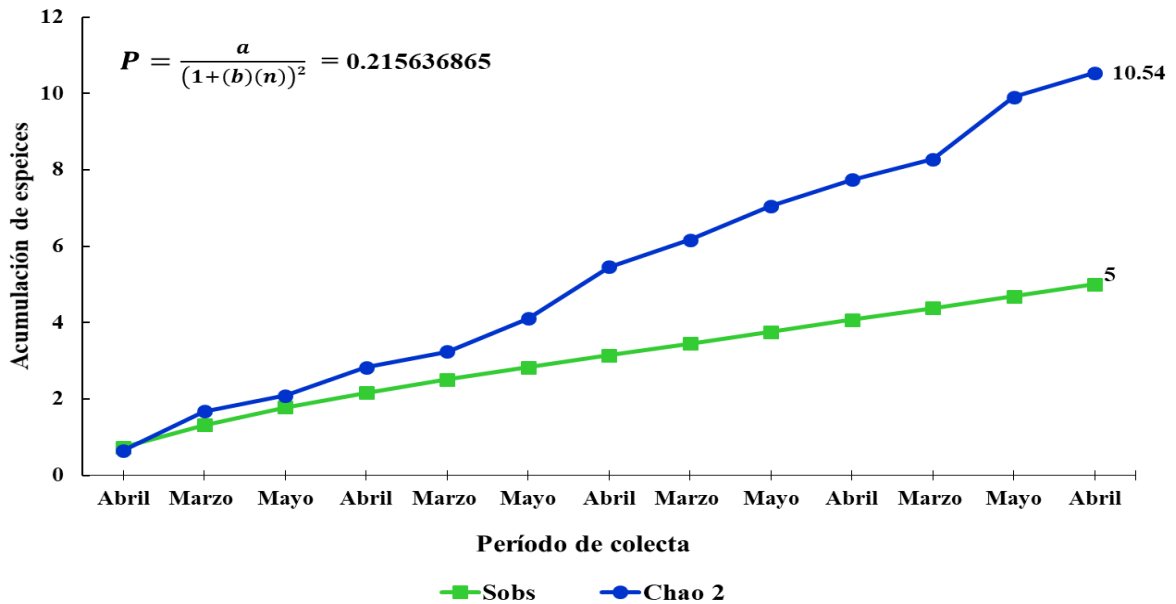


Figura 15. Curva de acumulación de especies para los pseudoescorpiones registrados en El Relámpago (2,177 m), entre abril 2016 y abril 2017. Sobs. Número de especies promedio acumuladas. P= pendiente de la curva. a= tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario, b= es un parámetro relacionado con la curva y n= número de unidades de esfuerzo de muestreo.

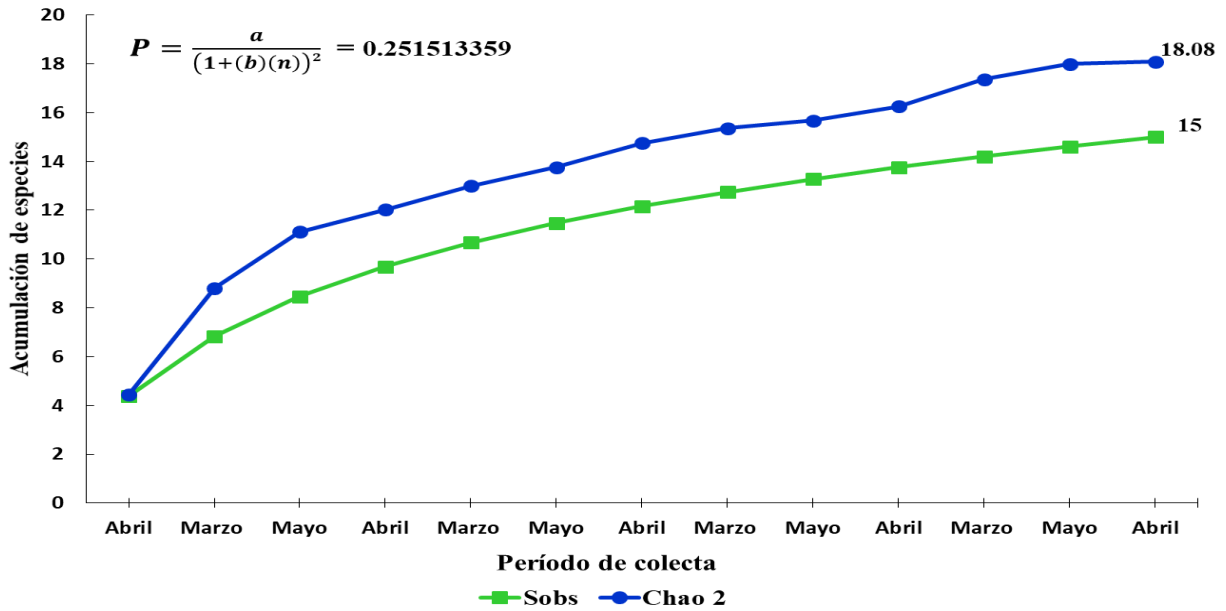


Figura 16. Curva de acumulación de especies para los pseudoescorpiones registrados en El Mameyal (989 m), entre abril 2016 y abril 2017. Sobs. Número de especies promedio acumuladas. P= pendiente de la curva. a= tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario, b= es un parámetro relacionado con la curva y n= número de unidades de esfuerzo de muestreo.

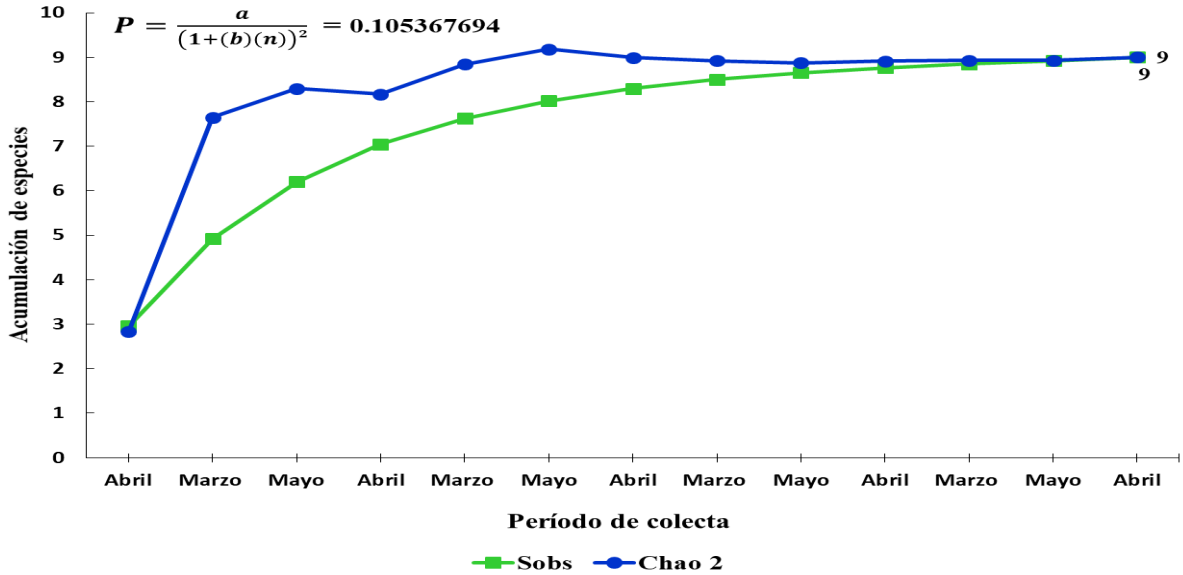


Figura 17. Curva de acumulación de especies para los pseudoescorpiones registrados en Soyolapam (150 m), entre abril 2016 y abril 2017. Sobs. Número de especies promedio acumuladas. P= pendiente de la curva. a= tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario, b= es un parámetro relacionado con la curva y n= número de unidades de esfuerzo de muestreo.

7.1.3. Composición de especies

La localidad con mayor riqueza de especies fue el Mameyal (989 m) con 15, mientras que la menor fue en Cerro Pelón (2,990 m) con tres. El mayor número de especies raras fue registrado también, en el Mameyal. En Cerro Pelón (2,990 m) se reportan dos especies raras del total de sus especies observadas: *Lustrochernes grossus* y *Paratemnoides pallidus*. En el Relámpago (2,177 m) existen tres especies raras: *Allochernes* sp., *Ideoblothrus maya* y *Tyrannochthonius alabamensis*; en el Mameyal (989 m) diez: Chernetidae sp. 1 y sp. 2, *Dinochernes vanduzeei*, *Juxtachelifer fructuosus*, *Levichelifer* sp., *Muchmoreus ignotus*, *P. pallidus*, *Pseudoalbiorix reddelli*, *Tridenchthonius mexicanus* y *Withius piger*; finalmente, en Soyolapam (150 m) con cuatro especies: *T. alabamensis*, *M. ignotus*, *Serianus dolosus* y *Parachernes virginicus* (Cuadro 1 y 2).

A lo largo del gradiente se observan cuatro especies raras, tres de ellas con un solo individuo y una especie con cuatro, todas del Mameyal (989 m): *J. fructuosus*, *Levichelifer* sp., *W. piger* y *P. reddelli*. En cambio, dos especies fueron abundantes: *I. maya* (117) y *P. pallidus* (189), con un pico máximo de abundancia en El Mameyal y en Soyolapam respectivamente (Cuadro 1).

La riqueza observada en Cerro Pelón fue de tres especies, en El Relámpago de cinco, en El Mameyal 15 y en Soyolapam de nueve, no obstante, de acuerdo al análisis de Jackknife de primer orden la riqueza esperada en Cerro Pelón podría ser de cuatro, variando entre tres y diez especies; en El Relámpago la riqueza podría ser de siete, con un intervalo de entre cinco a 15 especies, en El Mameyal la riqueza esperada es de 20, encontrando como mínimo 17 especies y como máximo 30,

considerando el valor mínimo arrojado por el programa, es posible que en esta localidad aún falte capturar otras dos especies. Finalmente, en Soyolapam el valor de la riqueza observada y esperada es el mismo, por lo tanto, se logró capturar todas las especies presentes en la localidad, de tal manera que, nuestra colecta está completa (Cuadro 2).

Cabe mencionar que, en todos los casos el número de especies observadas están dentro del intervalo predicho por el análisis de Jackknife de primer orden, a excepción de El Mameyal, en donde probablemente podrían faltar dos especies más por encontrar.

Cuadro 2. Riqueza observada y riqueza estimada por Jackknife de primer orden a lo largo del gradiente con un intervalo de confianza del 95%.

	Cerro pelón (2,990 m)	El Relámpago (2,177 m)	El Mameyal (989 m)	Soyolapam (150 m)
Riqueza observada	3	5	15	9
Número de individuos observados	15	71	258	398
Número de especies observadas para especies raras	2	4	10	4
Número de individuos observados para especies raras	4	14	30	18
Número de especies observadas para especies abundantes	1	1	5	5
Número de individuos observados para especies abundantes	11	57	228	380
Jackknife de 1 ^{er} orden	4 (3, 10)	7 (5, 15)	20 (17, 30)	9 (9, 9)

7.1.4. Abundancia

Existen siete especies con valores altos de abundancia en la zona, estos son: *Americhernes reductus*, *Bochica withi*, *Ideoblothrus maya*, *Lustrochernes grossus*, *Paratemnoides pallidus*, *Tridenchthonius mexicanus* y *Tyrannochthonius alabamensis*; estas especies juntas representan el 94% del total. Dentro de estas siete especies *I. maya* y *P. pallidus* son las de mayor abundancia ya que representan el 24% y 26% del total respectivamente (Cuadro 1). Las localidades con mayor número de individuos fueron: Soyolapam (398) y El Mameyal (258) que juntas representan el 88% del total de organismos (742) (Cuadro 1).

Los meses con mayor número de organismos fueron abril (182), marzo (167) y enero (141) del 2017. *Lustrochernes grossus* fue la especie más abundante en el mes de abril con 39 ejemplares (11♀♀, 1♂, 10 protonifas, siete deutonifas y 10 tritonifas), los cuales se encontraban albergadas dentro de su nido. *I. maya* tuvo el mayor número de individuos en el mes de marzo (4♀♀, 4♂♂, 29 protonifas, 14 deutonifas y tres tritonifas); finalmente, *P. pallidus* fue la más abundante en enero (20♀♀, 5♂♂, 9 protonifas, 49 deutonifas y 19 tritonifas) (Fig. 18).

Los picos de mayor abundancia y riqueza se observan en los meses donde la precipitación es menor, lo cual sugiere que los pseudoescorpiones prefieren la temporada seca (Fig. 18), para iniciar con los eventos reproductivos, la construcción de sus nidos o la migración a otros sitios, entre otras características conductuales.

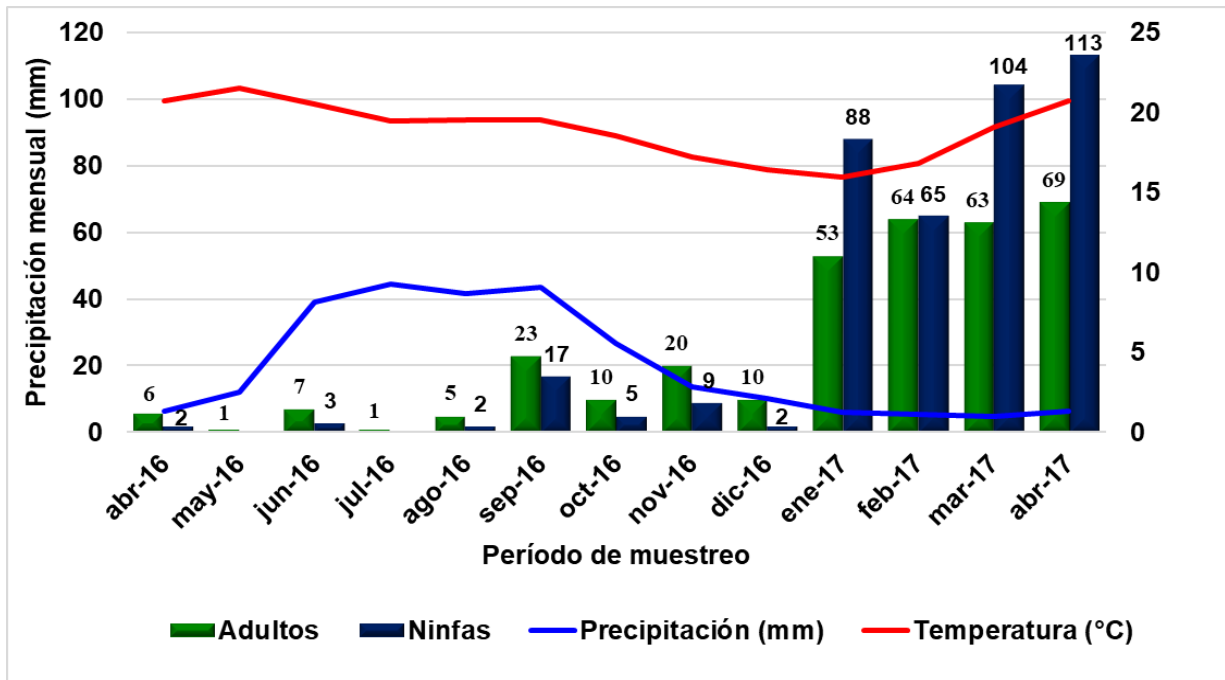


Figura 18. Diagrama Ombrotérmico y abundancia total de pseudoescorpiones registradas durante el periodo de muestreo.

7.1.5. Riqueza y abundancia específica por localidad

Cerro Pelón (2,990 m)

En esta localidad se recolectaron 15 ejemplares, de los cuales 12 fueron adultos (6♀♀, 6♂♂) y tres deutoninfas. Se identificaron tres especies: *Americhernes reductus* (5♀♀, 5♂♂, 1N), *Lustrochernes grossus* (1♂) y *Paratemnoides pallidus* (1♀, 2N) pertenecientes a tres géneros y dos familias (Anexo 7).

La riqueza de especies y la abundancia fue diferente para cada temporada, en lluvias no se colectó ningún ejemplar. En la temporada seca a inicios de noviembre la captura de ejemplares fue exitosa, encontrándose en este mes la mayor abundancia

de pseudoescorpiones. La especie más abundante en esta localidad fue *Americhernes reductus*, la cual se encontró principalmente en noviembre y enero (Anexo 2D).

El Relámpago (2,177 m)

Para esta localidad se capturaron 71 ejemplares, 57 fueron adultos (27♀♀, 30♂♂) y 14 ninfas (ocho protoninfas, seis tritoninfas). Se identificaron cinco especies: *Allochernes* sp., *Bochica withi*, Chernetidae sp. 2, *Ideoblothrus maya* y *Tyrannochthonius alabamensis* pertenecientes a cinco géneros y cuatro familias. La especie *B. withi* en esta altitud, se encontró exclusivamente debajo de las rocas y fue la más numerosa dentro de las especies capturadas (Anexo 7).

Al igual que en Cerro Pelón, la riqueza de especies y la abundancia fue diferente para cada temporada, en lluvias no se recolectó ningún ejemplar sino hasta inicios de noviembre, en temporada seca. Los picos máximos de abundancia se obtuvieron en los meses de abril y febrero del 2017. Las ninfas se capturaron en los meses de abril (protoninfa), noviembre (protoninfa), febrero (cinco protoninfas y seis tritoninfas) y marzo (protoninfa) (Fig. 18).

El Mameyal (989 m)

En este sitio se recolectaron 258 ejemplares, de los cuales 149 fueron adultos (85♀♀, 64♂♂) y 109 ninfas (44 protoninfas, 36 deutoninfas, 29 tritoninfas). Se identificaron 15 especies pertenecientes a 15 géneros y nueve familias. *Ideoblothrus maya* es la especie más abundante con 117 individuos seguida por *Tyrannochthonius alabamensis* con 55. *Paratemnoides pallidus*, *Levichelifer* sp., Chernetidae sp. 2, *Juxtachelifer fructuosus* y *Withius piger* fueron las menos representativas con solo un organismo. *Pseudoalbiorix reddeli*, *Levichelifer* sp., *J. fructuosus* y *W. piger* solo se hallaron en esta localidad (Anexo 7).

Los organismos aparecieron durante todo el año, sin embargo, es evidente que los picos máximos de riqueza y abundancia se encuentran en la temporada seca. Febrero (78 individuos) y abril (71) fueron los meses con mayor abundancia y enero el mes con mayor riqueza de especies (9). En junio y octubre se registraron tres hembras portando su saco de crianza pertenecientes a las especies *Lustrochernes grossus*, *Americhernes reductus* y *Tridechthonus mexicanus*, los sacos de crianza de las primeras dos especies contenían aproximadamente 17 huevecillos, mientras que *T. mexicanus* solo portaba ocho. La mayor abundancia de ninfas fue en el mes de febrero (14 protoninfas, 10 deutoninfas y 15 tritoninfas) y abril (21 protoninfas, 18 deutoninfas y tres tritoninfas). Se localizó un organismo inmaduro entre la acumulación de hojas secas de una planta de la familia Bromeliaceae (*Catopsis* sp.), el cual se encontraba resguardado en un nido con un diámetro aproximado de 0.63 mm (Figs. 18 y 21).

Soyolapam (150 m)

Se recolectaron 398 ejemplares, 136 adultos (88♀♀, 48♂♂) y 262 ninfas (111 protoninfas, 103 deutoninfas, 48 tritoninfas). Se identificaron nueve especies pertenecientes a nueve géneros y siete familias. La especie más abundante fue *Paratemnoides pallidus* con 189 individuos hallado, generalmente, debajo de la corteza de los árboles; las siguientes especies más abundantes fueron *Lustrochernes grossus*, *Serianus dolosus* y *Parachernes virginicus*, las cuales solo se capturaron en esta localidad (Anexo 1).

Los picos máximos de abundancia se observan en los meses de enero (115), marzo (119) y abril (79). Marzo es el mes con el mayor número de ninfas (48 protoninfas, 31 deutoninfas y 9 tritoninfas), mientras que enero es el mes con mayor número de adultos (24♀♀, 8♂♂). Se encontraron seis hembras portando su saco de crianza, una en el mes de septiembre de la especie *Paratemnoides pallidus*, dos en marzo una de la especie *P. pallidus* y la otra *Americhernes reductus* ambas portando 13 y 16 huevecillos respectivamente. En el mes de abril se registraron tres hembras con saco de crianza, un ejemplar de *Tridenchthonius mexicanus* la cual resguardaba diez huevecillos y dos de *P. pallidus* con 14 y 17 huevecillos. Además, se encontraron cuatro nidos pertenecientes a *P. pallidus* (el área promedio de los nidos fue de 1.63 mm²), dos de *A. reductus* con 0.44 mm² de área y uno de *Lustrochernes grossus*. Cabe mencionar, que se observó la presencia de organismos de *Lustrochernes grossus* en nidos de *P. pallidus*, estas especies presentan características morfológicas muy similares, probablemente esto facilita la convivencia entre estas dos especies (Figs. 19 A-F).

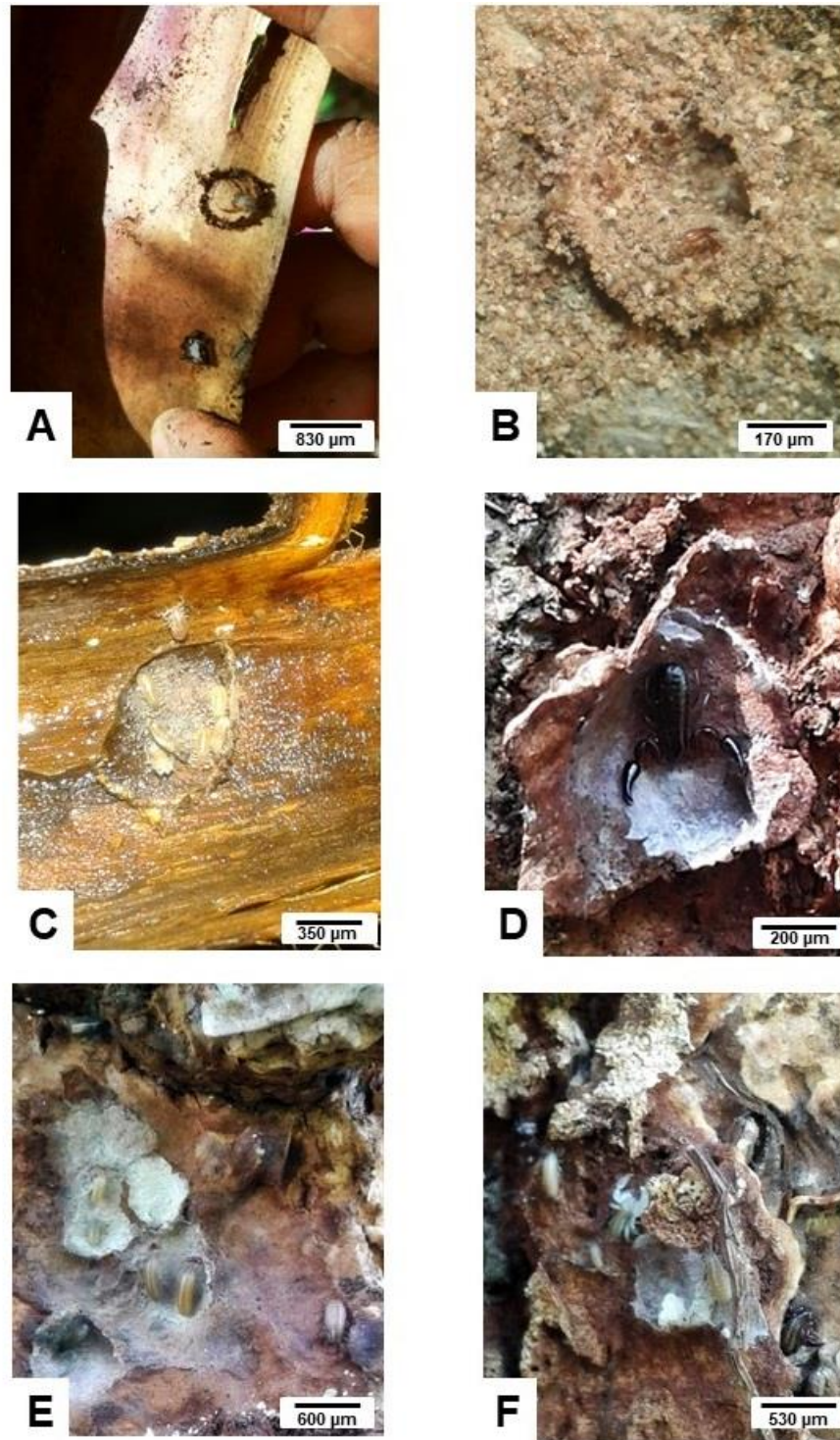


Figura 19. Nidos de pseudoescorpiones de la localidad de Soyolapam. A. Chernetidae sp. 2 en hojas secas de *Catopsis* sp. B y C nidos en tronco en descomposición perteneciente a la especie *Lustrochernes grossus* y *Paratemnoides pallidus*, C. nidos de *Paratemnoides pallidus* debajo de la corteza de árboles de la Familia Fabaceae. D-F. Nidos de *Americhernes reductus* en corteza de Fabaceae.

7.1.6. Índices de diversidad

Cerro Pelón (2,990m)

El valor del índice de Shannon-Wiener para esta localidad fue de $H= 0.730$ y el valor del índice de diversidad verdadera fue de 2.075, cabe mencionar que, esta localidad fue la segunda con la menor diversidad alfa (Fig. 20; cuadro 3).

Esta localidad presentó el menor número de especies y de organismos, sin embargo, fue la segunda localidad con el valor más alto de equidad $J= 0.6644$ (Cuadro 3).

A lo largo del año se observan dos picos de diversidad alfa (α), uno en el mes de noviembre ($H= 0.68$) y el otro en el mes de marzo ($H= 0.64$), mientras que el resto de los meses la diversidad fue igual a cero. Ambos meses presentaron dos especies y compartieron a *Americhernes reductus* (Fig. 21).

El Relámpago (2,177 m)

En esta localidad la diversidad alfa (α) fue baja en comparación con las otras localidades: Shannon-Wiener fue de $H= 0.692$ y diversidad verdadera = 1.998 (Fig. 20; Cuadro 3).

La equidad estimada fue de $J= 0.429$, este valor bajo se debe a la abundancia de la especie *Bochica withi* (57 individuos), la cual fue dominante en esta localidad (Cuadro 3).

Durante el periodo de colecta solo en el mes de febrero se observó una alta diversidad $H= 1.11$ (Fig. 22). Al igual que en Cerro Pelón, el resto de los meses la diversidad fue igual a cero. Además, febrero presentó el mayor número de especies (cuatro) y fue el segundo mes con la mayor abundancia (24 individuos), seguido de abril con una especie y 32 individuos. *Bochica withi* fue la especie dominante en esta localidad (58 individuos), cabe mencionar que, esta especie se capturó en los meses de noviembre a abril y fue dominante en cada uno de ellos; sin embargo, abril fue el mes con la mayor abundancia de esta especie (32 individuos).

El Mameyal (989 m)

Esta localidad se caracteriza por tener los valores más altos de la diversidad alfa (α), con un índice de Shannon (H) de 1.724 y un valor de diversidad verdadera de 5.607. Durante el periodo de colecta solo en mayo y julio la diversidad fue igual a cero, en cambio, los meses de enero ($H= 1.89$), abril-2016 ($H= 1.68$), abril-2017 ($H= 1.67$) y octubre ($H= 1.64$) presentaron los valores más altos de diversidad (Fig. 23). La mayor riqueza de especies se observó en enero (nueve especies) y en abril-2017 (ocho especies). Las mayores abundancias se presentaron en abril-2017 (78 individuos) y febrero (69 individuos).

Cabe mencionar que el mayor el mayor contraste en la diversidad verdadera se observa entre el Mameyal y el Relámpago, es decir, la diversidad de pseudoescorpiones en el Mameyal es 2.81 veces mayor que en El Relámpago, en porcentaje esto se traduce en una reducción del 64.4%. Así mismo, El Mameyal es 2.70 veces mayor que Cerro Pelón (es decir, una reducción del 63%) y 1.22 veces

mayor que Soyolapam (Reducción del 18%) y esta a su vez es de 2.298 veces mayor que en El Relámpago y 2.21 veces mayor que en Cerro Pelón (Fig. 20; Cuadro 3).

Presentó el mayor valor del índice de Shannon, sin embargo, en comparación con las otras localidades, su equidad es baja, esto se debe a las especies *Ideoblothrus maya* (117 individuos), *Tyrannochthonius alabamensis* (55 individuos) y *Bochica withi* (29 individuos), las cuales sobresalen del resto, las cuales su abundancia no sobrepasa los 14 individuos.

Soyolapam (150 m)

El valor del índice de Shannon-Wiener para esta localidad fue de $H = 1.524$ y el valor del índice de diversidad verdadera fue de 4.591, además, fue la segunda localidad con el mayor índice de Shannon-Wiener (Fig. 20; Cuadro 3).

Su valor de equidad fue de $J = 0.693$, cabe mencionar que, es la localidad con el valor más alto de equidad y que la mayoría de las especies capturadas aquí, tienen valores de abundancia altos (Cuadro 3).

Los mayores valores de diversidad alfa a lo largo del año se observan en el mes de septiembre, cuando la precipitación comienza a disminuir, el resto de los meses la diversidad es de cero (Fig. 24).

En general, observando los intervalos de confianza de este índice, tenemos dos grupos, uno representado por las localidades menores a los 1,000 msnm con las mayores diversidades y el otro con diversidades significativamente menores a más

de 2,000 msnm (Fig. 20). Por lo tanto, la riqueza de especies y la abundancia de pseudoescorpiones disminuye a mayores altitudes, y conforme está disminuye el número de especies e individuos incrementa, encontrándose así, la mayor diversidad en altitudes bajas, lo cual coincide con la regla de Rappoport (Fig. 25).

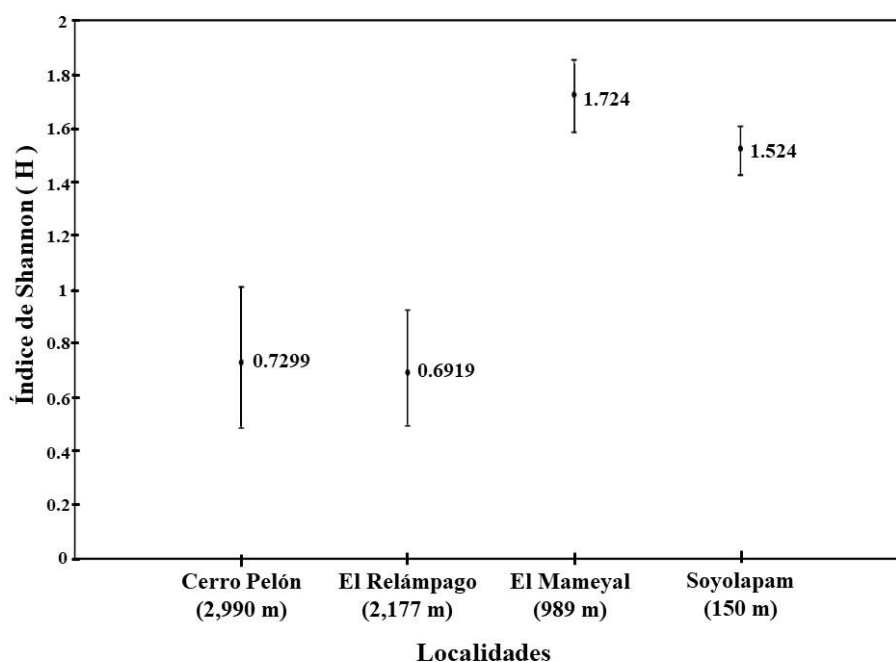


Figura 20. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para las diferentes localidades, las barras muestran el IC95%.

Cuadro 3. Datos de diversidad de cuatro localidades a lo largo del gradiente altitudinal en Santiago Comaltepec, Oaxaca.

	Cerro Pelón (2,990 m)	El Relámpago (2,177 m)	El Mameyal (989 m)	Soyolapam (150 m)
Riqueza de especies	3	5	15	9
Densidad	15	71	258	398
Shannon-Wiener (H)	0.7299	0.6919	1.724	1.524
Diversidad verdadera	2.075	1.998	5.607	4.591
Equidad de Pielou (J)	0.6644	0.4299	0.6366	0.6935

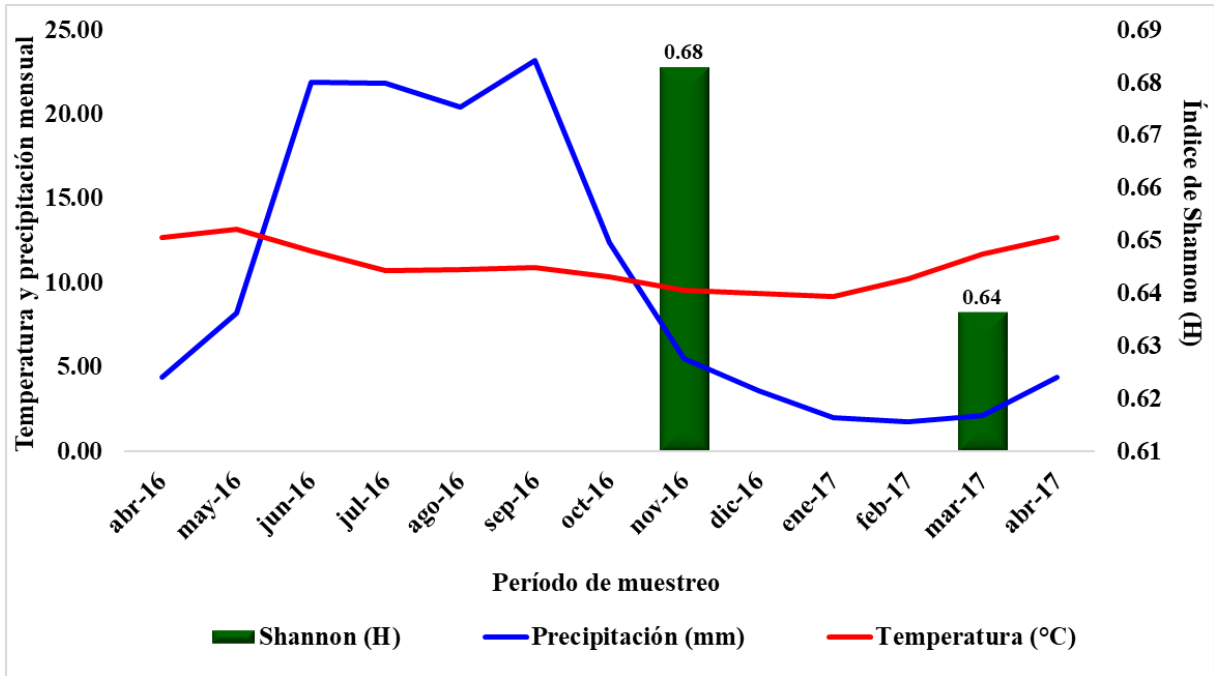


Figura 21. Diversidad alfa y diagrama ombrotérmico de la localidad Cerro Pelón.

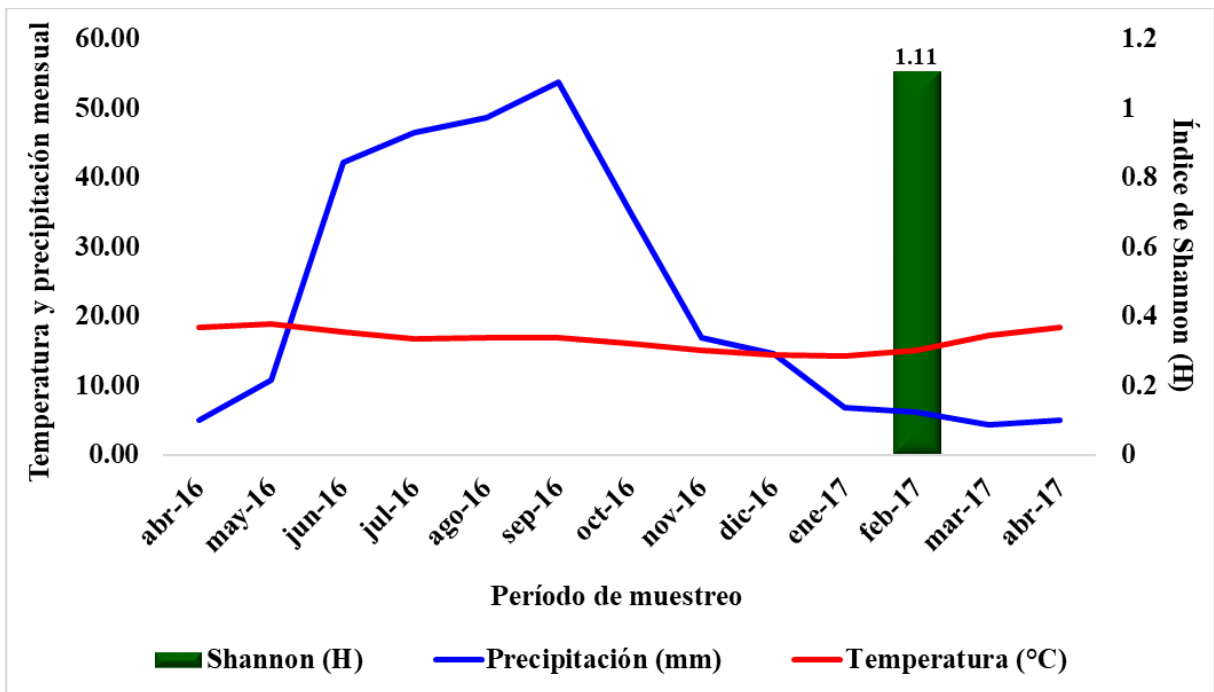


Figura 22. Diversidad alfa y diagrama ombrotérmico de la localidad El Relámpago.

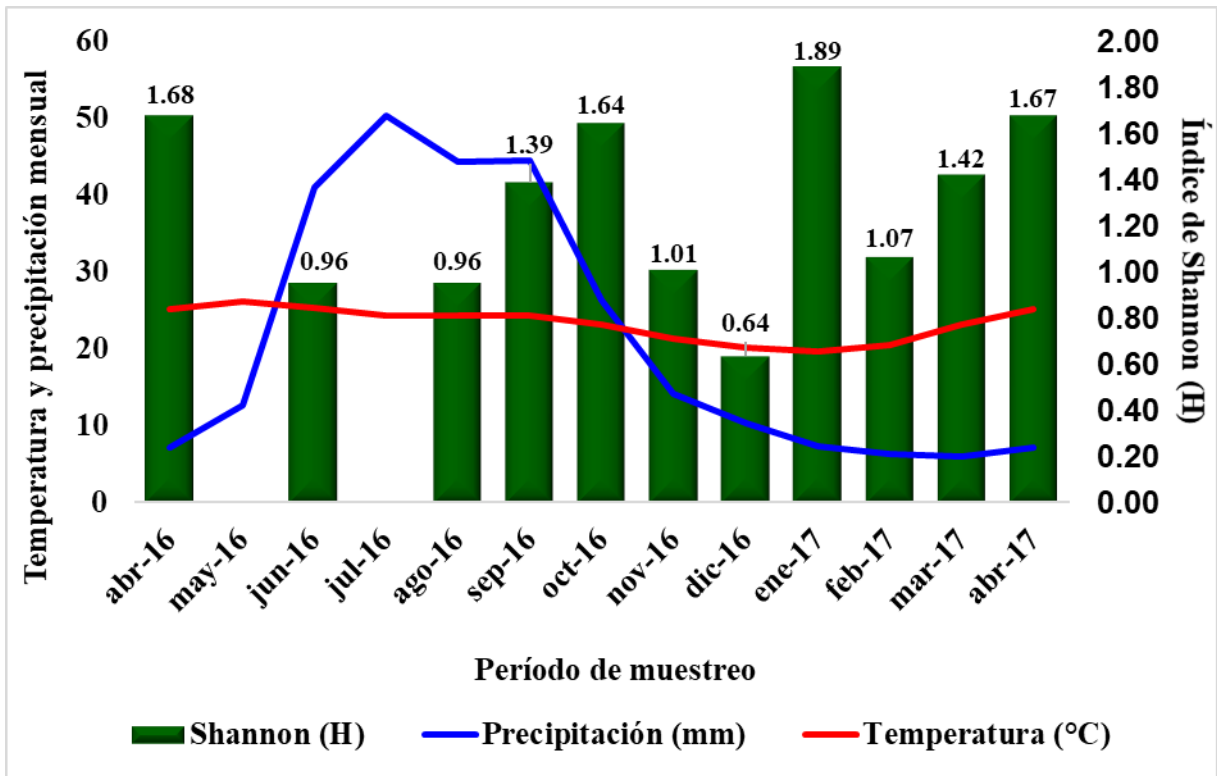


Figura 23. Diversidad alfa y diagrama ombrotérmico de la localidad El Mameyal.

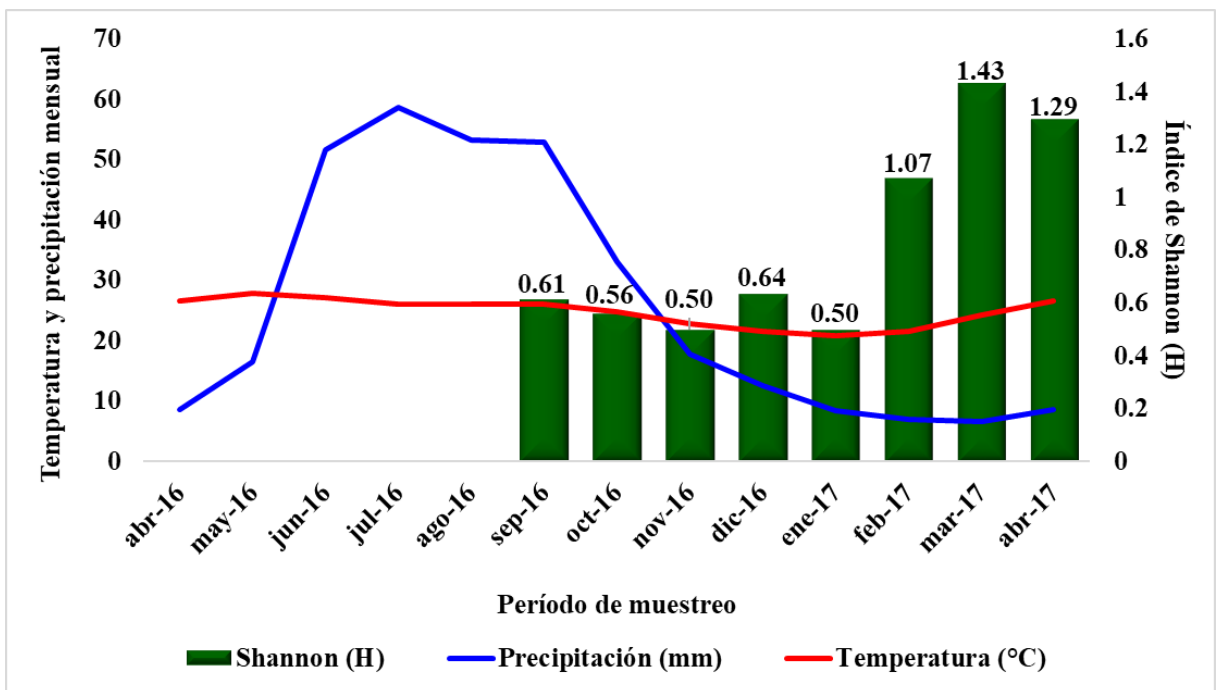


Figura 24. Diversidad alfa y diagrama ombrotérmico de la localidad Soyolapam.

La prueba estadística t de Hutchenson mostró que la diversidad del Mameyal (Cerro Pelón: $t = -4.635$; $p = 0.00018$, El Relámpago; $t = -7.259$; $p = 3.64E-11$, Soyolapam; $t = 2.325$; $p = 0.0205$) y la de Soyolapam (Cerro Pelón: $t = -3.831$; $p = 0.0014$, El Relámpago; $t = -6.35$; $p = 7.787E-09$) son diferentes a la de las demás localidades y que la diversidad en Cerro no difiere a la del Relámpago ($t = 0.161$; $p = 0.873$) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores de la prueba estadística t de Student modificada por Hutchenson entre las diferentes localidades de estudio de Santiago Comaltepec. El color rojo indica que existen diferencias significativas.

	Cerro Pelón (2,990 m)	El Relámpago (2,177 m)	El Mameyal (989 m)	Soyolapam (150 m)		
Cerro Pelón						
El Relámpago					$t = 0.161$ $p = 0.873$	
El Mameyal					$t = -4.635$ $p = 0.00018$	$t = -7.259$ $p = 3.64E-11$
Soyolapam					$t = -3.831$ $p = 0.0014$	$t = -6.35$ $p = 7.87E-09$

Abundancia total

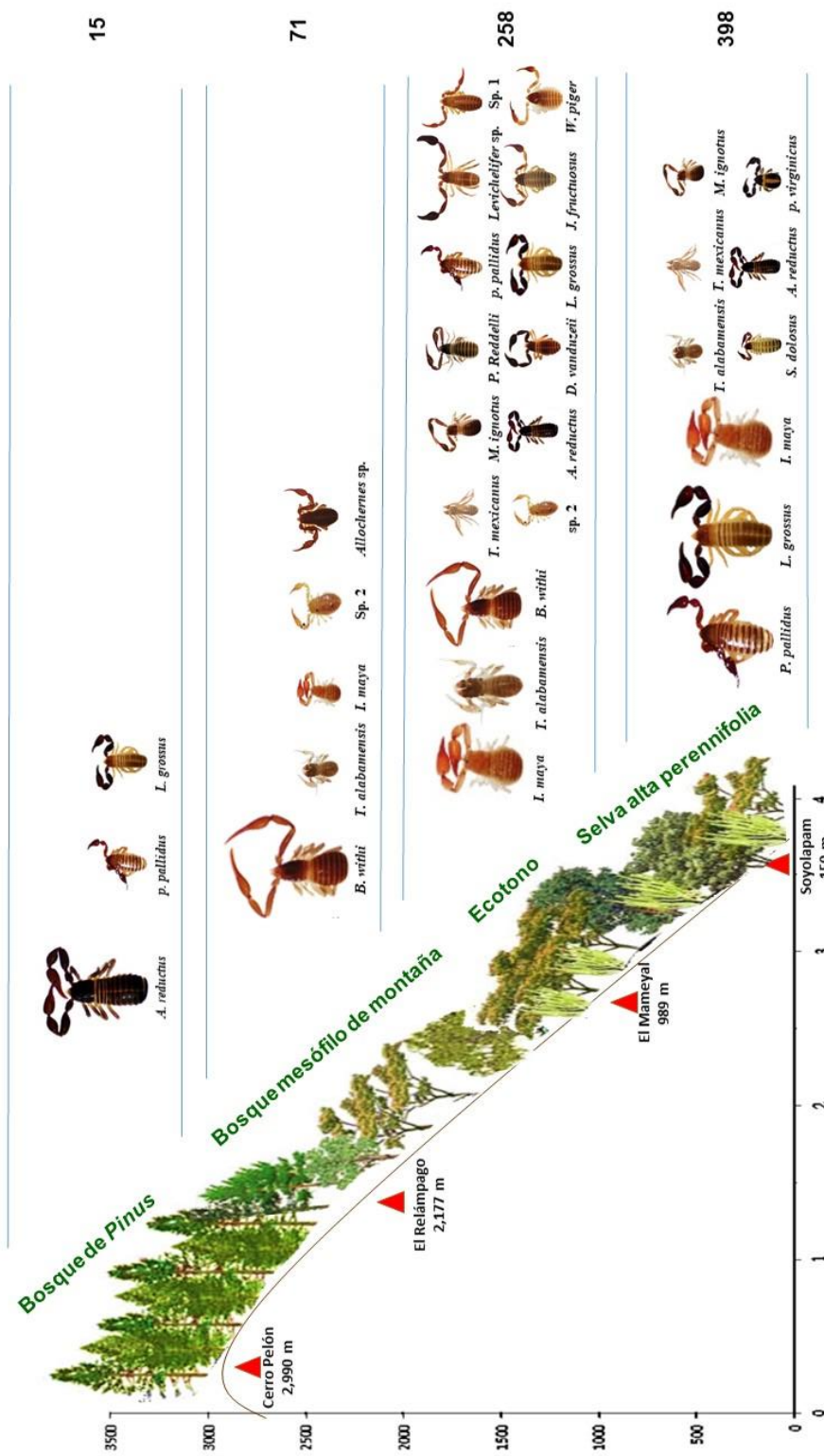


Figura 25. Distribución altitudinal de los pseudoscorpiones en Santiago Comaltepec, Oaxaca. Los pseudoscorpiones de mayor tamaño representan las especies más abundantes.

Cuadro 5. Resultados del análisis de la diversidad verdadera a lo largo del gradiente altitudinal en las cuatro localidades de Santiago Comaltepec. % de reducción de diversidad con respecto a la localidad más diversa (El Mameyal).

Localidades	Índice de Shannon	Diversidad verdadera	% de diversidad menor respecto al Mameyal
Cerro pelón (2,990 m)	0.730	2.075	63.0%
El Relámpago (2,177 m)	0.692	1.998	64.4%
El Mameyal (989 m)	1.724	5.607	0%
Soyolapam (150 m)	1.524	4.591	18.1%

7.2. Diversidad beta (β), análisis de similitud de las localidades

Con base en el índice de Sørensen las comunidades de pseudoescorpiones más similares fueron las del Mameyal y Soyolapam con una similitud de 58% (Cuadro 4), seguida de Cerro Pelón y Soyolapam con 50%. Mientras que, la localidad más disímil comparada con el resto de las localidades fue El Relámpago (Fig. 25-26).

Las localidades que comparten el mayor número de especies son el Mameyal y Soyolapam con siete: *Americhernes reductus*, *Ideoblothrus maya*, *Lustrochernes grossus*, *Muchmoreus ignotus*, *Paratemnoides pallidus*, *Tridenchthonius mexicanus* y *Tyrannochthonius alabamensis*. De las cuales *A. reductus*, *P. pallidus* y *L. grossus* también están presentes en Cerro Pelón. El Relámpago y El Mameyal comparten cuatro especies: *Bochica withi*, Chernetidae sp. 2, *I. maya* y *T. alabamensis*, estas

dos últimas especies, también las comparte el Relámpago con Soyolapam. En cambio, Cerro Pelón y El Relámpago no tienen ninguna especie en común.

El Mameyal y Soyolapam son las localidades que más especies comparten, por otro lado, El Relámpago es la localidad que menos especies comparte (Fig. 26).

Cuadro 6. Porcentaje de similitud de Sørensen (I_S) y de Morisita-Horn (I_{M-H}) entre las diferentes localidades de Santiago Comaltepec

	Cerro Pelón (2,990 m)	El Relámpago (2,177 m)	El Mameyal (989 m)	Soyolapam (150 m)
Cerro Pelón	1			
El Relámpago	$I_S = 0$ $I_{M-H} = 0$	1		
El Mameyal	$I_S = 33.33$ $I_{M-H} = 10.3$	$I_S = 40$ $I_{M-H} = 21.43$	1	
Soyolapam	$I_S = 50$ $I_{M-H} = 43.59$	$I_S = 28.57$ $I_{M-H} = 0.518$	$I_S = 58.33$ $I_{M-H} = 32.93$	1

De acuerdo al índice de Morisita-Horn, la mayor similitud se encontró entre Soyolapam y Cerro Pelón con un 43% (Fig. 27; Cuadro 6). El sitio con menor semejanza es el Relámpago. El alto porcentaje de similitud, se debe a que Cerro Pelón comparte especies con Soyolapam, tales como: *Americhernes reductus*, *Lustrochernes grossus* y *Paratemnoides pallidus*. A esta agrupación se le suma El Mameyal, con la cual comparten las especies: *Americhernes reductus*, *Ideobothrus maya*, *Lustrochernes grossus*, *Muchmoreus ignotus*, *Paratemnoides pallidus*, *Tridenchthonius mexicanus* y *Tyrannochthonius alabamensis*, al igual que el índice de Sørensen, la comunidad más disímil es El Relámpago.

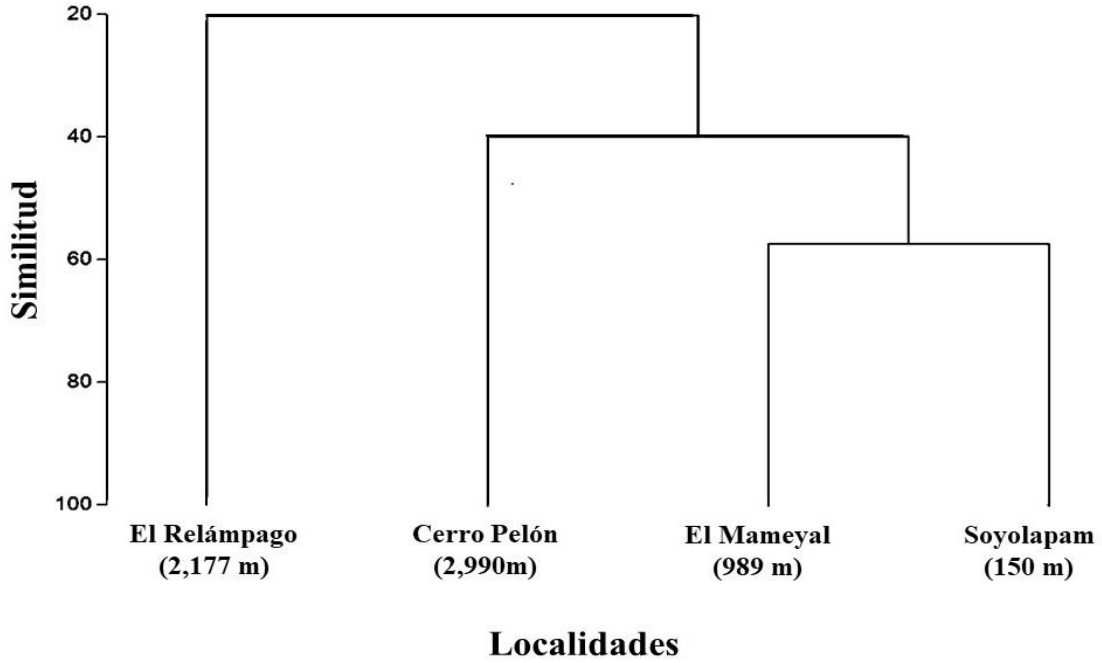


Figura 26. Análisis de Cluster (UPGMA) basado en la relación del número de especies en común con la media aritmética de las especies usando el índice de Sørensen en las diferentes localidades de muestreo.

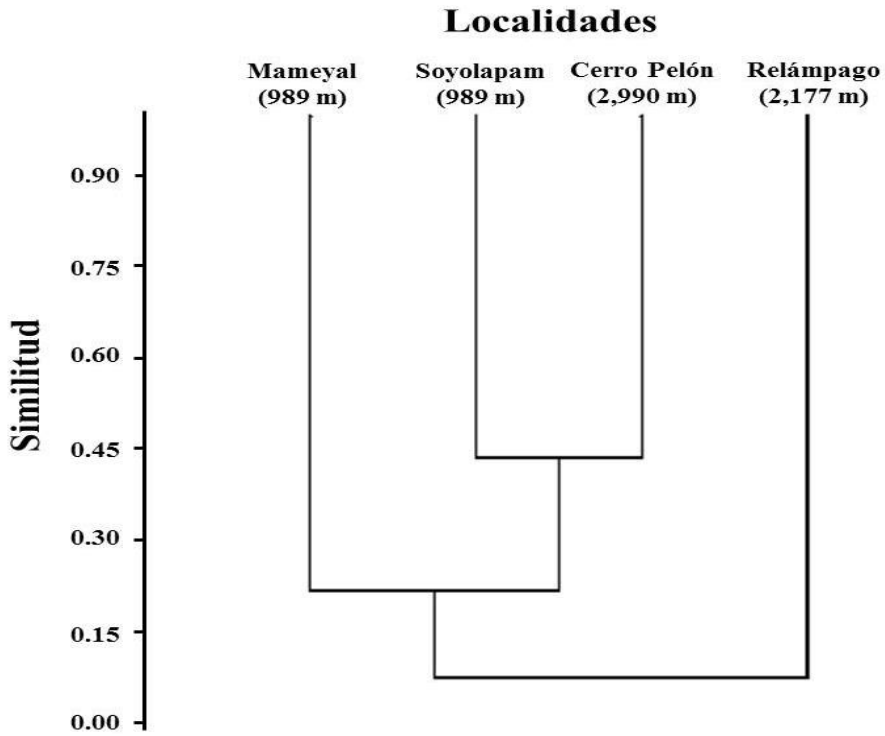


Figura 27. Dendrograma de las cuatro localidades del área de estudio usando el índice de Morisita con el algoritmo UPGMA.

Se obtuvo una similitud de 1 en los meses de mayo a agosto, es decir, no se observa recambio de especies a inicios y durante la temporada de lluvia, lo anterior explica la ausencia de intervalos en esos meses, por el contrario, en el mes de abril ($\beta_{\text{promedio}}=0.76$) se observa el mayor recambio de especies. Este recambio está fuertemente marcado por las localidades de El Mameyal y Soyolapam quienes compartieron el mayor número de especies: *Americhernes reductus*, *Ideoblothrus maya*, *Muchmoreus ignotus*, *Paratemnoides pallidus* y *Tridenchthonius mexicanus*, localidades que, además, comparten una especie con Cerro Pelón: *A. reductus*, El Relámpago y el Mameyal solo compartieron una especie: *Bochica withi*. El segundo mes con mayor recambio de especies fue por marzo ($\beta_{\text{promedio}}=0.81$), en donde, las especies: *I. maya*, *T. mexicanus* y *Tyrannochthonius alabamensis* se comparten con El Mameyal y Soyolapam, *A. reductus* y *Lustrochernes grossus* con Cerro Pelón y Soyolapam, y *B. withi* con El Relámpago y El Mameyal (Fig. 28).

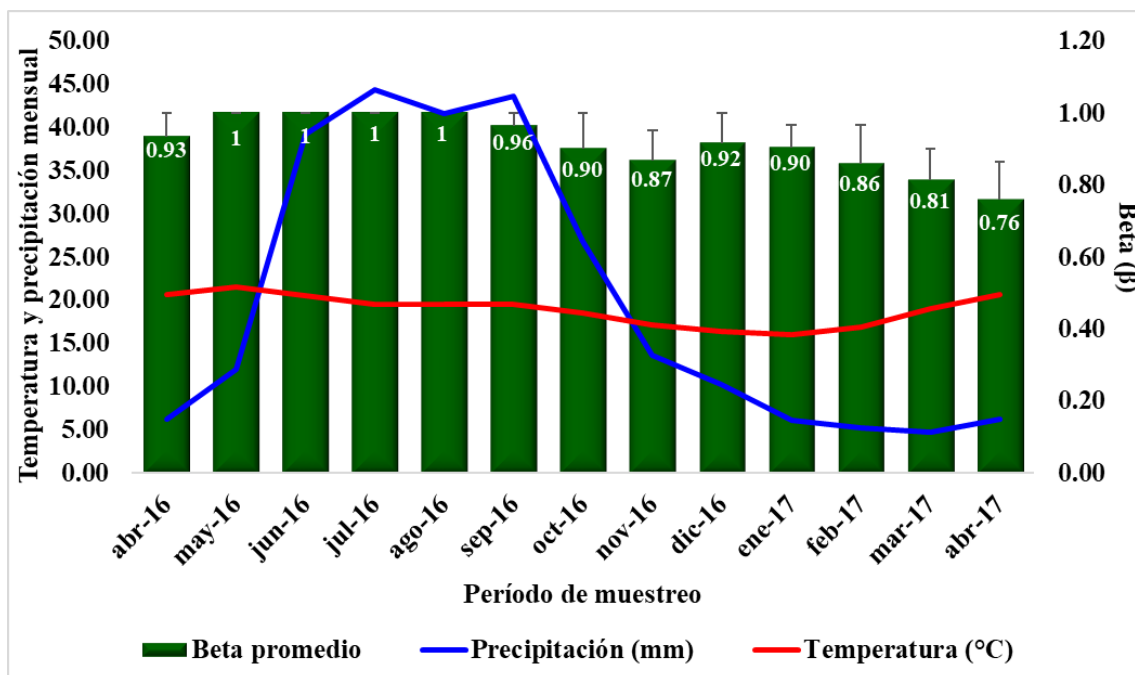


Figura 28. Diversidad beta (β) y diagrama ombrotérmico (promedio) del período de muestreo en Santiago Comaltepec.

7.3. Diversidad gamma (γ)

La diversidad gamma en el gradiente altitudinal tuvo un valor de 2.15 y fue principalmente afectada por la diversidad alfa promedio 1.168 y en menor medida por la diversidad beta promedio 0.984. En este sentido el número de especies en cada localidad fue más importante que el recambio de especies (Cuadro 7). En términos porcentuales, el efecto de la diversidad alfa fue un 56%, mientras que, la beta fue un 44% (Cuadro 7A).

Cuadro 7. Valores de diversidad basados en el índice de diversidad de Shannon-Wiener.

A)

Fórmulas	Valores de diversidad
$Alfa = \sum H_i n$	$Alfa = 1.168$
$Beta = \sum S_j n$	$Beta = 0.912$
$Gamma = H'alfa + H'beta$	$Gamma = 2.08$

B)

Año	Meses	Diversidad gamma
2016	Abril	1.353
	Mayo	1.000
	Junio	1.239
	Julio	1.000
	Agosto	1.189
	Septiembre	1.455
	Octubre	1.451
	Noviembre	1.415
	Diciembre	1.235
2017	Enero	1.501
	Febrero	1.669
	Marzo	1.684
	Abril	1.501

Los valores más altos de la diversidad gamma mensual en todo el gradiente se observan en los meses de marzo ($\gamma= 1.684$) y febrero ($\gamma= 1.669$), en el primer caso gamma fue afectada principalmente por la diversidad beta promedio (51.41%) y en menor medida por la diversidad alfa promedio (48.55%), en el segundo caso, la diversidad alfa promedio tienen una contribución del 51.73% y la diversidad beta promedio de 48.27% (Cuadro 7B).

7.4. Datos climáticos: Relación entre la diversidad (α , β , γ) con la precipitación y la temperatura.

7.4.1. Diversidad alfa (α)

Se obtuvo un coeficiente de correlación (r) para la diversidad α y la precipitación pluvial de $r_{\text{cerro Pelón}}= -0.32$, $r_{\text{relámpago}}= -0.25$, $r_{\text{mameyal}}= -0.35$ y $r_{\text{soyolapam}}=-0.55$, y para la temperatura valores de $r_{\text{cerro Pelón}}= -0.14$, $r_{\text{relámpago}}= -0.30$, $r_{\text{mameyal}}= -0.23$ y $r_{\text{soyolapam}}=-0.42$ (Cuadro 8).

En todas las localidades, se observó una correlación negativa, es decir, a menor precipitación y temperatura mayor diversidad alfa; sin embargo, debido a que los valores bajos de r , se considera que la correlación es débil y los valores de P muestran que no son significativas. Esto se refuerza con los valores del coeficiente de determinación (r^2) los cuales son muy pequeños (no mayores a 0.30) estos valores significan que la diversidad α no depende de la cantidad de lluvia que cae, ni

de la variación de la temperatura presente a lo largo del año en cada localidad (Cuadro 8).

Cuadro 8. Correlación de Pearson de la temperatura y precipitación mensual, en las cuatro localidades de estudio en un periodo de abril 2016 a abril 2017 en Santiago Comaltepec, Oaxaca. r = coeficiente de correlación, r^2 = coeficiente de determinación, p = probabilidad. El color rojo indica que existen diferencias significativas.

	Temperatura			Precipitación		
	r	r^2	p	r	r^2	p
Cerro Pelón (2,990 m)	-0.14	0.02	0.64	-0.32	0.10	0.28
El Relámpago (2,177 m)	-0.30	0.09	0.32	-0.25	0.07	0.39
El Mameyal (989 m)	-0.23	0.05	0.45	-0.35	0.13	0.23
Soyolapam (150 m)	-0.42	0.18	0.15	-0.55	0.30	0.05

7.4.2. Diversidad beta (β)

Como resultado de la prueba de Mantel-Haenszel se obtuvo un coeficiente de correlación de: $r_{\text{dif.temp}} = 0.17$; $p = 0.0023$ para la temperatura y $r_{\text{dif.pp}} = -0.006$; $P = 0.581$ para la precipitación (Cuadro 9). En el primer caso se observa una correlación positiva débil, es decir, el recambio de especies es ligeramente mayor cuando la diferencia de la temperatura es mayor. En el segundo caso, no se observa una asociación entre estas dos variables, por lo tanto, la diversidad β de pseudoescorpiones no está determinada por los cambios de variación mensuales en la precipitación. Es importante señalar que el mayor recambio de especies se observó en la temporada seca, la cual está asociada principalmente a los cambios de

temperatura; en cambio, en la temporada de lluvias el recambio de especies no se observó.

Cuadro 9. Prueba de correlación de Mantel-Haenszel, utilizando la distancia euclidiana para las diferencias de temperatura y precipitación comparadas con el valor de Beta promedio. p = probabilidad.

	Diferencia de la temperatura por mes y por localidad contra Beta promedio	Diferencia de la precipitación por mes y por localidad contra Beta promedio
Correlación (r)	0.1751	-0.006
<i>P</i>	0.0023	0.581

7.4.3. Diversidad gamma (γ)

La diversidad gamma no mostró una relación clara con la temperatura, pero si un poco con la precipitación (Fig. 29). En el caso de la temperatura promedio mensual tuvo pocos cambios al igual que la diversidad gamma; sin embargo, con respecto a la precipitación se ve que los valores más altos de la diversidad gamma fueron en los meses más secos.

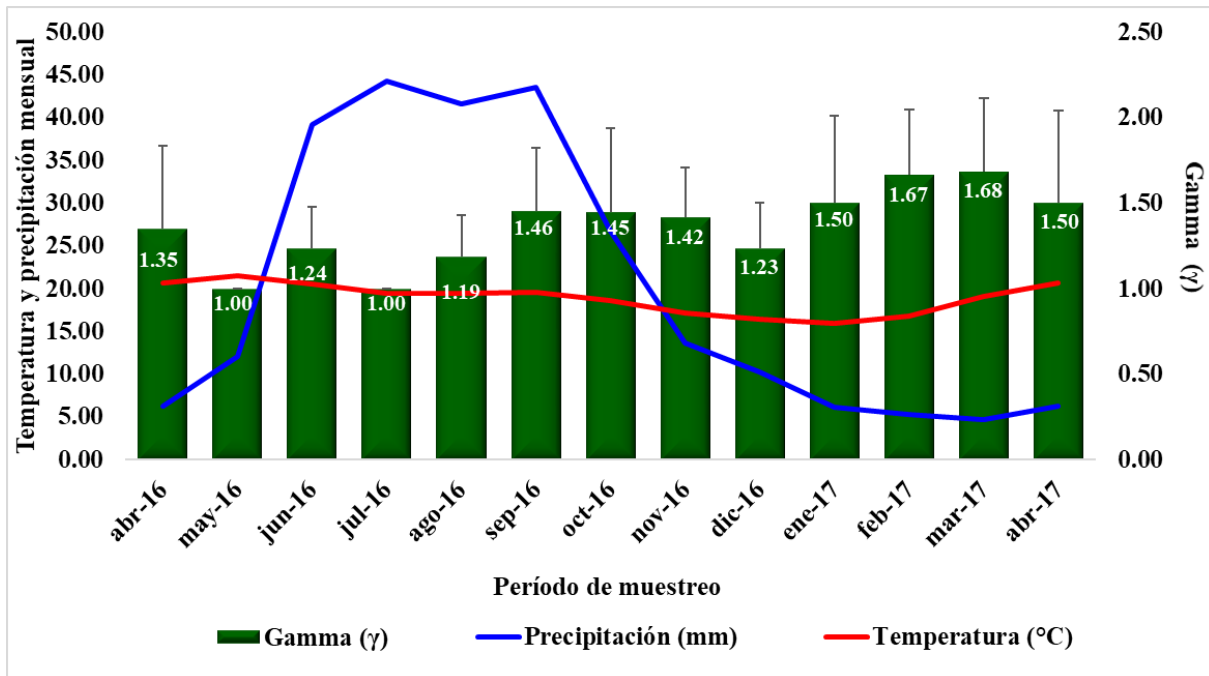


Figura 29. Diversidad gamma y diagrama ombrotérmico (promedio) del período de muestreo en Santiago Comaltepec.

8. DISCUSIÓN

Los pseudoescorpiones han sido un grupo poco estudiado, probablemente debido a las pequeñas dimensiones que poseen estos organismos (Hoff, 1949; Francke, 2013). En México se estima que se conoce poco menos de la tercera parte de la diversidad real que hay en el país (Francke, 2013), en el caso de Oaxaca, se estima que se conoce 1.2% de la riqueza a nivel mundial y el 26% de la nacional (Jiménez-Hernández, 2016; Jiménez-Hernández *et al.*, 2018), cabe mencionar que, las familias de pseudoescorpiones en el estado están mejor representadas teniendo el 74% de las familias mundiales y el 53% de las nacionales (Ceballos, 2004; Flores-Luna, 2006; Harvey *et al.*, 2006; Villegas-Guzmán *et al.*, 2006; Francke, 2013; Harvey y

Muchmore, 2013; Córdova-Tabares y Villegas-Guzmán, 2013, Villegas-Guzmán, 2015; Jiménez-Hernández, 2016; Jiménez-Hernández *et al.*, 2018).

En este estudio se logró obtener el 71% de las familias presentes en Oaxaca, destacándose Chernetidae como la familia con el mayor número de géneros y especies colectados para cada altitud. Ceballos (2004), menciona esta familia presenta el mayor número de especies a nivel mundial y Nacional, lo cual explicaría su amplia distribución en el gradiente.

De las 14 especies que se determinaron, solamente *Juxtachelifer fructuosus*, *Lustrochernes grossus*, *Parachernes virginicus*, *Pseudoalbiorix reddelli* y *Tridenchthonius mexicanus* ya se conocían en el estado de Oaxaca (Flores-Luna, 2006; Harvey, *et al.*, 2006; Villegas-guzmán, *et al.*, 2006; Jiménez-Hernández, 2016).

Las nueve restantes constituyen nuevos registros: *Americhernes reductus*, *Allochernes* sp., *Bochica withi*, *Dinochernes vanduzeei*, *Ideoblothrus maya*, *Muchmoreus ignotus*, *Serianus dolosus*, *Paratemnoides pallidus*, *Tyrannochthonius alabamensis*, anteriormente estas especies solo se distribuían en: Baja California Sur, la Ciudad de México, Durango, el Estado de México, el Golfo de California, la península de Yucatán, Querétaro, San Luis Potosí y Tamaulipas (Muchmore, 1975; Muchmore, 1982; Villegas-Guzmán y Pérez. 2005a; Villegas-Guzmán, *et al.*, 2012; Harvey y Muchmore, 2013; Harvey, 2013b; Córdova-Tabares y Villegas-Guzmán, 2014; Benavidez-Sánchez, 2018), tres de ellas se reportan por primera vez en México: *A. reductus*, *B. withi* y *P. pallidus*, las cuales solo se tenían registros en: Europa, Estados Unidos, Florida, Granada y Trinidad y Tobago (Harvey, 2013b;

Nassirkhani, 2016). La presencia de estas especies en el país puede deberse a dos razones: 1) a la falta de estudio del grupo (Francke, 2013) y 2) al desplazamiento por migración, debido a que estas especies se encuentran en hábitats exclusivos: *A. reductus* y *P. pallidus* se encuentran asociados a las cortezas de árboles y troncos en descomposición y *B. withi* debajo de rocas (Anexo 7), los cuales son lugares pequeños y, por lo tanto, con el alimento limitado, esto puede obligar a que los pseudoescorpiones se desplacen a otros hábitats similares donde halla alimento disponible utilizando a otro organismo (foresia) para dispersarse en grandes distancias (Weygolt, 1969). Cabe mencionar, que existen registros de pseudoescorpiones asociados a arañas, coleópteros, libélulas, moscas, polillas, felinos y roedores (Weygold, 1969; Villegas-Guzmán, Pérez, 2005; Villegas-Guzmán y Hernández-Betancourt, 2006; Magro, 2013; Córdova-Tabares y Villegas-Guzmán, 2013; Castillo y Villegas-Guzmán, 2016).

En este sentido, el total de especies registradas en Santiago Comaltepec resulta una contribución importante al conocimiento de la riqueza de pseudoescorpiones a nivel mundial, nacional y local.

De acuerdo con los estimadores, se logró registrar del 47% al 77% de las especies esperadas, lo que sugiere un esfuerzo de muestreo adecuado, sin embargo, la probabilidad de encontrar nuevas especies en El Relámpago (2,177 m) y el Mameyal (989 m) es del 17% al 53 %. Esto no significa que se haya realizado un mal muestreo, si no que en estos sitios existe una amplia variedad de asociaciones vegetales (Torres-Colín, 2004), producto de una gran diversidad de climas y a la orografía propia del lugar, lo que hace que esta región posea una gran diversidad (Weygoldt, 1969; Torres-Colín, 2004). Así mismo, la presencia de las especies de

pseudoescorpiones puede estar influida por fenómenos demográficos, topográficos, así como, la competencia y la depredación tal como lo mencionan Halffter y Moreno (2005).

De acuerdo con el índice de diversidad verdadera El Mameyal fue la localidad con la mayor composición, riqueza y abundancia de pseudoescorpiones, lo cual puede estar influenciado por el tipo de vegetación en esta localidad ya que se ubica en una zona de transición o ecotono entre el Bosque Mesófilo de Montaña y la Selva Alta Perennifolia, los ecotonos son zonas de máxima interacción, por lo tanto, con mayor riqueza biológica por el solapamiento de dos ensambles (Guerrero y Sarmiento, 2010). La acumulación de hojarasca y la gran variedad de elementos arbóreos que propician estos tipos de vegetación ofrecen condiciones de temperatura y humedad ideales para los pseudoescorpiones, debido a que les ofrecen refugio y alimento, propios para su crecimiento y reproducción (Weygoldt, 1969).

Los valores de diversidad fueron bajos para El Relámpago y Cerro Pelón y altos para El Mameyal y Soyolapam. No obstante, el valor bajo de $H = 0.6919$ en El Relámpago se atribuye a su baja equidad (mayor dominancia), más que a su riqueza de especies/morfoespecies (Magurran, 2004). Sin embargo, aun cuando la diversidad fue baja, la equidad fue alta, tal es el caso de Cerro Pelón, lo que significa que en esta localidad las especies están repartidas homogéneamente (Moreno, 2001). El hecho de no registrar un mayor número de especies puede deberse a la disponibilidad de alimento y a las condiciones ambientales propias del lugar (Weygoldt, 1969; Lomolino, 2001).

De acuerdo con los valores de presencia/ausencia de especies, las localidades con mayor similitud son El Mameyal y Soyolapam (58%), esta similitud puede estar determinada por la composición florística que comparten ambas localidades, la cual puede influir en el recambio de especies (Llorente-Bousquets y Morrone, 2001). Por otro lado, al tomar en cuenta las abundancias de las especies, notamos que las comunidades de pseudoescorpiones más similares son las que se encuentran en Soyolapam y Cerro Pelón. Cabe mencionar que, estas localidades se encuentran en los extremos del gradiente y solo comparten tres especies *Americhernes reductus*, *Lustrochernes grossus*, *Paratemnoides pallidus*, estas mismas especies también las comparten con el Mameyal y se colectaron exclusivamente debajo de la corteza de árboles y en troncos en descomposición (Anexo 7) de las cuales solo la especie *L. grossus* y el género *Paratemnoides* han sido reportadas como especies foréticas (Villegas-Guzmán y Pérez, 2005a; Villegas-Guzmán y Pérez, 2005b; Bedoya-Roqueme *et al.*, 2017), la similitud de los hábitats a lo largo del gradiente y la foresia pueden explicar la distribución de estas especies de pseudoescorpiones y la similitud entre Soyolapam y Cerro Pelón. En ambos casos, El Relámpago es la localidad más disímil, lo cual se atribuye a su baja equidad.

La carencia de estudios similares (en relación con las diversidades α , β , γ) dificulta la comparación de nuestros resultados, por lo que desconocemos si estos siguen un patrón similar a lo largo de un gradiente altitudinal y temporal.

Es importante señalar que nuestros datos se comportan de manera similar a la regla de Rappoport, a pesar que, el Mameyal es la localidad con mayor diversidad y se

encuentra en un nivel intermedio, los valores de equidad demuestran que Soyolapam es la localidad con mayor homogeneidad en las comunidades de pseudoescorpiones, Cabe mencionar que, en Soyolapam existe vegetación secundaria producto del impacto antropogénico y es común observar cultivos de pastizales para alimentación del ganado, cultivos de palma, caña, guanábana, vainilla, chile, tomate, etc. (ASC, 2010). Lo cual puede influir con la diversidad de pseudoescorpiones por lo que es probablemente que la diversidad de especies sea mayor a la que se presenta aquí, lo cual probaría que en el gradiente existe un patrón similar a la Regla de Rappoport.

Existen trabajos con grupos similares donde manifiestan que las actividades antropocéntricas, así como, las condiciones ambientales son determinantes para la riqueza. Se han descrito disminuciones monótonas similares en diversos grupos, tanto en regiones tropicales como en regiones templadas (Rahbek, 1995). Algunos ejemplos se han realizado con arañas (Chatzaki *et al.*, 2005) y con hormigas (Burwell y Nakamura, 2011; Stevens, 1992), los autores de estos trabajos manifiestan que las actividades antropocéntricas, al igual que, las condiciones ambientales son determinantes e influyen sobre la riqueza de especies a lo largo del gradiente altitudinal.

En general, nuestros resultados permiten relacionar la diversidad alfa con el régimen de lluvias, es decir, a menor precipitación mayor diversidad de pseudoescorpiones y el recambio de especies a la variación de la temperatura, y que los valores diversidad gamma en altitudes bajas era mayor, principalmente. Según Lomolino (2001) los componentes del clima y del ambiente local (temperatura, precipitación, estacionalidad, regímenes de perturbación y características del suelo) varían a lo largo del gradiente altitudinal, por lo tanto, influyen en las densidades de especies, de

modo que disminuyen a medida que aumenta la elevación. Eso explicaría la baja asociación de las variables climáticas con la diversidad α y β , probablemente existen otras variables que, si influyen de manera significativa sobre la diversidad de pseudoescorpiones, tal como la radiación, humedad, el pH y el régimen de vientos, pero lo más seguro es que el patrón esté afectado por la abundancia de alimento o de sus depredadores (Villegas-Guzmán *et al.*, 2012).

En la temporada de secas (noviembre-abril) se reportó el mayor número de especies que en la época de lluvias (mayo-octubre). El resultado de este trabajo sugiere que la temperatura no determina la abundancia de los pseudoescorpiones, pero la precipitación sí. Sin embargo, en los trabajos de Weygoldt, (1969) y Gabbutt, (1969), mencionan que la temperatura puede influir sobre los eventos reproductivos y por lo tanto en la abundancia, debido a que la mayoría de las especies prefiere temperaturas cálidas, aunque existen especies (*Neobisium carcinoides*) que se reproducen a temperaturas bajas (entre los 15 a 18°C).

En el caso de la precipitación no hemos encontrado información que nos permita comparar la abundancia de los pseudoescorpiones, pero se sabe que prefieren lugares húmedos (Weygoldt, 1969), y a mayor precipitación se encuentra una menor abundancia de pseudoescorpiones (Weygoldt, 1969).

El valor de la diversidad gamma a lo largo del gradiente demostró que la diversidad alfa es más importante que la diversidad beta. Según Halffter y Moreno (2005) cuando esto sucede, gamma está fuertemente determinada por la diversidad alfa de la comunidad más rica, en este caso por El Mameyal. De ser lo contrario, la diversidad beta a través de la complementariedad sería el principal responsable de la diversidad gamma.

Los valores de diversidad gamma a lo largo del tiempo mostraron que los mayores valores de la diversidad gamma se encuentran en marzo ($\gamma = 1.684$) y febrero ($\gamma = 1.669$), y beta es más importante en el mes de marzo, y alfa en el mes de febrero, estos valores de diversidad en el mes de febrero pueden estar siendo afectados por los ciclos reproductivos de los organismos, debido a que la diversidad gamma se relaciona ligeramente con las precipitaciones bajas, lo cual coincide con el inicio de la reproducción de los pseudoescorpiones. En los cuales se observa un evento reproductivo con densidades máximas de ninfas en febrero (64 ejemplares) y abril (89 ejemplares), es probable que la temporada reproductiva inicie al disminuir la precipitación entre los meses de septiembre a noviembre, dependiendo la especie y la altitud a la que se encuentre. La diversidad beta en marzo puede deberse al desplazamiento de los pseudoescorpiones a otros sitios en busca de alimento o refugio para las nuevas crías.

Es importante señalar que en este trabajo se reportan diferentes especies a las reportadas por Sato (1983) en Japón, esto debido, a que los trabajos se encuentran en áreas geográficas distintas y distantes, por lo tanto, las condiciones ecológicas son diferentes. Llorente-Bousquets y Morrone (2001) mencionan que las especies de animales son diferentes entre sí, aunque imperen las mismas condiciones ecológicas, lo cual no es la excepción en los pseudoescorpiones, además estos trabajos tienen 35 años de diferencia y diferentes técnicas de muestreo.

Finalmente, es necesario realizar más colectas sistematizadas en diferentes partes del estado, con la finalidad de obtener un mayor conocimiento de la taxonomía, ecología y distribución de estos organismos.

9. CONCLUSIONES

- 1) La mayor diversidad de pseudoescorpiones se encontró por debajo de los 1,000 m de altitud, es decir, en los niveles bajos, por lo tanto, la hipótesis se rechaza y se cumple la regla de Rappoport.
- 2) Todas las especies reportadas constituyen nuevos registros para Santiago Comaltepec; ocho especies constituyen nuevos registros para el estado de Oaxaca y tres para México.
- 3) Según el índice de Shannon y el índice de diversidad verdadera El Mameyal fue la localidad con mayor, riqueza y abundancia de pseudoescorpiones.
- 4) Las localidades que comparten un mayor número de especies son El Mameyal y Soyolapam.
- 5) La diversidad gamma en el gradiente fue afectada principalmente por la diversidad alfa promedio y en menor medida por la diversidad beta promedio.

- 6) Los valores de las diversidades alfa, beta y gamma mostraron correlaciones mínimas con la temperatura y la precipitación.

10. GLOSARIO

Área genital: Zona en la que se localiza el orificio genital y las estructuras anejas externas de carácter genital, localizada en el opistosoma.

Coefficiente de correlación: Estadístico que cuantifica la correlación. Sus valores están comprendidos entre -1 y 1.

Correlación: Expresa la concordancia entre dos variables según el sentido de la relación de éstas en términos de aumento o disminución.

Cóndilo: Pequeño saliente en la zona basal de un artejo, esclerosado y redondeado, que le sirve de punto de rotación para su movimiento.

Coxa: Artejo basal de un apéndice. Se articula con la zona pleural y suele ser corta, robusta y troncocónica. Su movilidad condiciona la de todo el apéndice.

Críptico: Se trata de una estrategia de camuflaje para impedir que sus posibles depredadores los descubran.

Depredador: Animal que se alimenta de otro ser vivo (animal o planta) causándoles daños, generalmente la muerte inmediata. A los organismos que mueren por este acto se les denomina presas.

Diversidad alfa: Es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea.

Diversidad beta: Es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje

Diversidad gamma: es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta.

Espermátoca: Bolsa donde la hembra almacena el esperma del macho, diferenciada bien en los conductos genitales femeninos, bien de un modo independiente.

Espermatóforo: Estructura formada por el macho que contiene y protege los espermatozoides; es depositada en el suelo o transferida a la hembra, por lo general durante el cortejo.

Esternitos: Placas longitudinales esclerosadas ventrales.

Especie: Grupos de poblaciones naturales que procrean entre ellas y están reproductivamente aisladas de otros grupos similares

Especie rara: Es un organismo que es muy infrecuente o escaso.

Fémur: Tercer artejo de un apéndice locomotor, unirrámeo y estenopodial; suele alcanzar un desarrollo considerable y ser alargado y cilíndrico.

Genitalia: Estructuras externas del aparato genital, tanto masculino como femenino, y otras formaciones asociadas con ellas.

Hábitat: Es el espacio que reúne las condiciones y características físicas y biológicas necesarias para la supervivencia y reproducción de una especie.

P (p-valor): El nivel de significación observado en el test. Cuanto más pequeño sea, mayor será la evidencia para rechazar la hipótesis nula.

Opistosoma: Tagma posterior de los quelicerados; se suelen concentrar en él las llamadas funciones vegetativas al dar asiento a las glándulas digestivas, aparato genital y elementos fundamentales del aparato circulatorio y respiratorio; si lleva apéndices, están tan transformados que han perdido el aspecto de tales.

Prosoma: Tagma anterior en los pseudoescorpiones; asume funciones cefálicas (sensoriales y de ingestión) y locomotoras o torácicas, por lo que en ocasiones se le denomina cefalotórax; en él se distinguen típicamente seis pares de apéndices (quelíceros, pedipalpos y patas I, II, III y IV).

Quelíceros: Cada uno de los dos primeros apéndices del cuerpo.

Rallum: Grupo de sedas rígidas generalmente plumosas o dentadas y dispuestas en una o dos hileras.

Sedas: Pelo fino (delgado).

Seda táctil: Seda que presenta asociado un sensilo de carácter mecanorreceptor.

Sérrula: Pequeña lámina dentada.

Terguitos: Placas longitudinales esclerosadas dorsales.

Tibia: Cuarto artejo de un apéndice típico de tipo estenopodial, locomotor y unirrámeo; suele ser cilíndrica, alargada, estrecha y provista de espinas.

Tricobotria: Seda táctil muy larga.

Trocánter: El segundo artejo de los seis de que constan las patas de los arácnidos, que está articulado con la coxa y el fémur.

11. LITERATURA CITADA

Aguiar, N. O., y Bührnheim, P. F. 1998. Phoretic pseudoscorpions associated with flying insects in Brazilian Amazonia. *The Journal of Arachnology*. 26: 452-459.

ASC (Ayuntamiento de Santiago Comaltepec). 2010. Plan municipal de desarrollo. Santiago Comaltepec, Ixtlán, Oaxaca. Secretaria de desarrollo rural. 44 pp.

Arriaga-Cabrera, L., Aguilar V., y Espinoza J. M. 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad. Pp. 433-457. *En* CONABIO.

Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 819 pp.

Bedoya-Roqueme, E., Pérez-Agudelo, M., y Quirós-Rodríguez, J. 2017. Aproximación a la fauna de pseudoescorpiones (Arthropoda: Arachnida) del departamento de Sucre, Caribe colombiano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 181-189.

Beier, M. 1932. Pseudoscorpionidea II. Subord. C. Cheliferinea. *Tierreich*, 58: 1-294.

- Benavidez-Sánchez, R. B. 2018. Diversidad de Pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoscorpiones) del Área Natural Protegida Bosque de Tlalpan, Distrito Federal. Instituto Politécnico Nacional. 54 p.
- Benedict, E. M. y Malcolm. D. R. 1977. Some Garypoid false scorpions from Western North America (Pseudoscorpionida: Garypidae and Oipiidae). *Journal of Arachnology*. 5: 113-132.
- Belozerov, V. N. 2013. Seasonal aspects of the life cycles of pseudoscorpions (Arachnida, Pseudoscorpiones). *Entomological review*. 93(5): 634-652.
- Benedic, E. M. y Malcom, D. R. 1982. Pseudoscorpiones of the family Chernetidae newly identified from Oregon (Pseudoscorpionida, Cheliferoidea). *Journal of Arachnology*. 10: 97-109.
- Botero, A. M. 2011. Estructural de las comunidades de mamíferos carnívoros en un gradiente altitudinal en el estado de Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura Instituto Politécnico Nacional, México. 53 p.
- Brown, J. H. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. *The American Naturalist*. 124: 255-279.
- Burnham, K. P. y Overton, W. S. 1978. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. *Biometrika*, 65(3): 625–633.
- Burwell, C. J., y Nakamura, A. 2011. Distribution of ant species along an altitudinal transect in continuous rainforest in subtropical Queensland, Australia. *Mem Queensl Museum*. 55: 391-412.
- Castillo, M. L. y G. A. Villegas-Guzmán. 2016. Phoretic relationship between *Lustrochernes grossus* (Pseudoscorpionida: Chernetidae) and *Odontotaenius*

- striatopunctatus* (Coleoptera: Passalidae). Acta Zoológica Mexicana (Nueva serie). 32: 71-80.
- Ceballos, A. 2004. Pseudoscorpionida. Pp. 417-429. *En*: Llorente-Bousquets, J., J. J. Morrone, O. Y. Ordóñez y I. Vargas-Fernández (eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento, vol. 4. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 790 p.
- Chamberlin, J. C. 1931. A synoptic revision of the generic classification of the Chelonethid family Cheliferidae Simon (Arachnida). Canadian Entomologist. 64(2) 289-294.
- Chamberlin, J. C. 1938. A new genus and three new species of false scorpion from Yucatan Caves (Arachnida-Chelonethida). Publications of the Carnegie Institution of Washington, 491: 109-121.
- Chamberlin, J. C., y Chamberlin, R. V. 1945. The genera and species of the Tridenchthoniidae (Dithidae): a family of the arachnid order Chelonethida. University of Utah. 35: 5-66.
- Chatzaki, M., Lymberakis, P., Markakis, G., y Mylonas, M. 2005. The distribution of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) along the altitudinal gradient of Crete, Greece: Species richness, activity and altitudinal range. Journal of Biogeography. 32: 813-831.
- Chao, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statistics, 11: 265–270.
- Chao, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. Biometrics, 43: 783–791.

- Chao, A. 2005. Species estimation and applications. En N. Balakrishnan, C. B. Read and B. Vidakovic (eds), *Encyclopedia of Statistical Sciences*, Second Edition. , Wiley, New York. 12: 7907–7916.
- Chao, A., Hwang, W. H., Chen, Y. C. y Kuo, C. Y. 2000. Estimating the number of shared - 66 - species in two communities. *Statistica Sinica*, 10: 227–246.
- Chao, A., Ma, K. H., Hsieh, T. C., y Chiu, C. H. 2016. User's Guide for Online Program SpadeR (Species-richness Prediction and Diversity Estimation in R). National Tsing Hua University, Taiwan. 88 p.
- Chao, A. y Lee, S. M. 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American statistical Association*, 87: 210–217.
- Chiarucci, A., Enright, N. J., Perry, G. L. W., Miller, B. P., y Lamont, B. B. 2003. Performance of nonparametric species richness estimators in a high diversity plant community. *Diversity and distributions*, 9(4): 283-295.
- Clarke, K. R. y Gorley, R. N. 2006. *PRIMER v6: user manual/tutorial*. PRIMER-E Ltd., Plymouth. 180 p.
- Colwell, R. K. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 9.1.0. <http://purl.oclc.org/estimates>; última consulta: 15.V.2017.
- CONABIO. 2018. Selvas húmedas. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaHumeda.html>. Última consulta: 01.XII.2018.
- Contreras-García, M. J., Pérez-Pérez, R. A., Arévalo-De la Cruz, J. A., Sánchez-Carrizosa, K., Jiménez-Martínez, L. D., Castillo-Enríquez, P. A., e Hidalgo-Mihart, M. G. 2009. Gradientes en Biodiversidad: el caso de la latitud. *Kuxulkab´*. Revista

- de divulgación. División académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 15: 65-70.
- Córdova-Tabares, V. M y Villegas-Guzmán G. A. 2013. Nuevos registros de pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoescorpiones) en Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 29: 596-613.
- Córdova-Tabares, V. y G. A. Villegas-Guzmán. 2014. Primer registro de pseudoescorpiones en Querétaro, México. *Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Aracnología*.
- Espinosa-Organista, D., S. Ocegueda Cruz, C. Aguilar Zúñiga, O. Flores Villela y J. Llorente-Bousquets. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. Pp. 33-65. En: CONABIO. *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional.
- Fick, S.E. y R.J. Hijmans. 2017. Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. <http://worldclim.org/version2>; última consulta: 09.IX.2017.
- Flores-Luna, E. 2006. Estudio preliminar de los pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoescorpiones) de Oaxaca, México. Memoria de Residencia Profesional, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. 62 p.
- Francke, O. F. 2013. Biodiversidad de Arthropoda (Chelicerata: Arachnida ex Acari) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 408-418 (suplemento en línea, DOI; 10.7550/rmb.31914).
- Gabbutt, P. D. 1969. Life histories of some British pseudoscorpions inhabiting leaf litter. In: Sheals, J.G. (ed.). *The Soil Ecosystem*: 229–235. Systematics Association Publication no. 8.

- García-García, J. L. 2007. Estructura poblacional del murciélago *Dermanura tolteca* (Saussure, 1860) en el Municipio de Santiago Comaltepec, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Instituto Politécnico Nacional. México. 86 p.
- García-Mendoza, A. J., Ordóñez, M. J., y Briones-Salas, M. (Eds.). 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza-Worldlife Fund. México. UNAM. 605 p.
- García-Rodríguez, J. L., y Taveda-Alonso G. 2002. Voces de la montaña: testimonios orales. Sierra Norte de Oaxaca. DFID/SDC. México. 55 p.
- Gaston, K. J. y Spicer, J. I. 2004. Biodiversity. An Introduction. Blackwell Publishing, Oxford, UK. 191 p.
- Gómez-Mendoza, L., Galicia L., y Aguilar-Santelises R. 2007. Sensibilidad de grupos funcionales al cambio climático en la Sierra Norte de Oaxaca, México. Investigaciones geográficas. Boletín del instituto de Geografía. (67): 76-100.
- Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (comps.). 2014. Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 352 p.
- Guerrero, R. J. y Sarmiento, C. E. 2010. Distribución altitudinal de hormigas (Hymenoptera, Formicidae) en la vertiente Noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). Acta Zoológica Mexicana. 26: 279-302.
- Gutiérrez-Báez, C., Ortiz-Díaz, J. J., Flores-Guido, J. S., y Zamora-Crescencio, P. 2012. Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del Punto de Unión Territorial (PUT) de Yucatán, México. Polibotánica. 151-174.

- Halffter, G., y Moreno, C. E. 2005. Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. Monografías Tercer Milenio, 4: 5-18.
- Hammer, Ø. Harper D.A., y Ryan P.D. 2017. PAST: Paleontological Statistics software package for education, used for Windows, Manual version 3.16. Natural History Museum. University of Oslo Noruega. 264 p.
- Harvey, M. S. 1986. The systematics and biology of pseudoscorpiones. The Australian entomological Society. p. 75-85.
- Harvey, M. S. 1992. The phylogeny and classification of the Pseudoscorpionida (Chelicerata: Arachnida). Invertebrate Systematics. 6: 1373-1435.
- Harvey, M. S. 1998. Pseudoscorpion groups with bipolar distributions: a new genus from Tasmania related to the Holarctic Syarinus (Arachnida, Pseudoscorpiones, Syarinidae). Journal of Arachnology, 26: 429-441.
- Harvey, M. S. 2013a. Order Pseudoscorpiones pp. 85-96. En: Zhang, Z. Q. (ed.) Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness (addenda 2013). Zootaxa. 3703:1-82.
- Harvey, M. S. 2013b. Pseudoscorpions of world, version 3.0. Western Australian Museum, Perth. <http://www.museum.wa.gov.au/catalogues/pseudoscorpions>; última consulta. 01.V.2016.
- Harvey, M. S., Díaz, R. B., Muchmore, W. B., y González, A. P. 2006. *Pseudalbiorix*, a new genus of Ideoroncidae (Pseudoscorpiones, Neobisioidea) from Central America. Journal of Arachnology, 34: 610-626.
- Harvey, M. S. y W. B. Muchmore. 2013. The systematics of the pseudoscorpion family Ideoroncidae (Pseudoscorpiones: Neobisioidea) in the New World. The Journal of Arachnology, 41: 229-290.

- Hernández-Rodríguez, E. 2014. Riqueza de musgos en un gradiente altitudinal del bosque mesófilo de montaña, Sierra Juárez, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad de la Sierra Juárez. México. 75 p.
- Hoff, C. C. 1945. New neotropical Diplosphyronida (Chelonethida). American Museum of Natural History. 1288: 1-17.
- Hoff, C. C. 1949. The pseudoscorpions of Illinois. Bulletin of the Illinois Natural History Survey, 24(4): 413-498.
- Hoff, C. C. 1956a. Diplosphyronid Pseudoscorpions from New Mexico. American Museum Novitates 1780: 1-49.
- Hoff, C. C. 1956b. Pseudoscorpions of the family Cheliferidae from New Mexico. American Museum of Natural History. 1804: 1-36.
- Hoff, C. C. 1959. The ecology and distribution of the pseudoscorpions of north-central New Mexico (No. 8). University of New Mexico Press. 68 p.
- INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2016. Enciclopedia de los municipios y delegaciones: Santiago Comaltepec. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/municipios/20067a>; última consulta: 12.IV.2016.
- Jiménez-Hernández, V. S. 2016. Pseudoescorpiones de Santa Catarina Lachatao, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad de la Sierra Juárez, Oaxaca. 101 p.
- Jiménez-Hernández, V. S., Villegas-Guzmán, G. A., Vargas-Mendoza, C. F., y Casasola-González, J. A. 2018. Pseudoescorpiones de la Superfamilia Chthonioidea (Arachnida: Pseudoscorpiones) del municipio de Santiago Comaltepec, Oaxaca. Entomología Mexicana. 5: 29-34.

- Jiménez-Valverde, A., y Hortal J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérico de Aracnología*. 8: 151-161.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113: 363-375.
- Koleff, P. 2005. Conceptos y medidas de la diversidad beta. En *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). *m3m–Monografías Tercer milenio*, volumen 4, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Grupo Diversitas–México/ CONACYT, México, D. F. pp. 19–40.
- Lomolino, M. V. 2001. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Global Ecology and biogeography*, 10: 3-13.
- Luis, A., Vargas, I. F. y Llorente, J. B. 1991. Lepidopterofauna de Oaxaca I. Distribución y Fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Juárez. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología. Facultad de Ciencias UNAM* 3: 1-121.
- Luis, Martínez, A. M. 2013. Estudio lepidopterofaunístico en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca-Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. BK062 México D. F. 7 p.
- Llorente-Bousquets, J., y Morrone, J. J. (Eds.). 2001. *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. UNAM. 288 p.
- Llorente-Bousquets, J., y Ocegueda, S. 2008. Estado del conocimiento de la biota. *En: Capital Natural de México. vol I. Conocimiento actual de la biodiversidad*, pp.

283-322, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science. 256 p.

Magurran, A.E., 1988. *Ecology diversity and its measurement*. Princeton, N.J. University Press.

Magro, R. 2013. Los lepidópteros heteróceros de la rambla del Puente de la Quebrada y Cueva del Meadero (Almería, España) y algunos casos de foforesia detectados sobre *Agrotis boetica* (Boisduval,[1837]), *Agrotis lasserrei* (Bugnion, 1837) y *Eremochlaena orana* (Lucas, 1894) por el pseudoescorpión *Diplotemnus insolitus* Chamberlin, 1933.(Lepidoptera: Noctuidae. Pseudoscorpiones: Atemnidae). *Archivos entomológicos*, 8: 33-46.

Mantel, N. y Haenszel, W. 1959. Statistical aspects of the analysis of data from retrospective studies of disease. *Journal of National Cancer Institution*. 22: 719-748.

Márquez-Luna, J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37: 385-408.

Martín-Díaz, A. 2007. La regla de Rapoport: ¿Una explicación del gradiente latitudinal de riqueza de especies?

https://www.academia.edu/3257740/LA_REGLA_DE_RAPOPORT_UNA_EXPLICACION_DEL_GRADIENTE_LATITUDINAL_DE_RIQUEZA_DE_ESPECIES; última consulta: 13.V.2017.

Mondragón-Chaparro, D. M., Villa-Gúzman D. M., Escobedo-Sarti G. J., y Franco-Méndez A. D. 2006. La riqueza de bromelias epífitas a lo largo de un gradiente

- altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, México. *Naturaleza y Desarrollo*. 4(2): 13-16.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. CYTED, ORCY-TUNESCO, Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Zaragoza, España. 84 p.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., y Pavón, N. P. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4): 1249-1261.
- Monteagudo-Sabaté, D., Martínez, A. L., Fernández, I. V., y Bousquets, J. L. 2001. Patrones altitudinales de diversidad de mariposas en la Sierra Madre del Sur (México) (Lepidoptera: Papilionoidea). *SHILAP Revista de Lepidopterología*, 29: 207-237.
- Muchmore, W. B. 1975. Pseudoscorpions from Florida. 4. The Genus *Dinochernes* (Chernetidae). *Florida Entomologist*, 58: 275-279.
- Muchmore, W. B. 1976. Pseudoscorpions from Florida and the Caribbean area. 5. *Americhernes*, a new genus based upon *Chelififer oblongus* Say (Chernetidae). *Florida Entomologist*, 59: 151-163.
- Muchmore, W. B. 1982. The genera *Ideobisium* and *Ideoblothrus*, with remarks on the family Syarinidae (Pseudoscorpionida). *Journal of Arachnology*. 10: 193-221.
- Muchmore, W. B. 1990. Pseudoescorpiones pp. 503-527. En Dindal, D. L. (ed.). *Soil biology guide*. John Wiley & Sons, New York. 1376 pp.
- Muchmore, W. B. 1991. The identity of *Chelififer communis* var. *Pennsylvanicus* and description of a new species of *Lustrochernes* (Pseudoscorpionida: Chernetidae). *Entomological news (USA)*.102: 79-89.

- Muchmore, W. B. 1996. The genus *Tyrannochthonius* in the eastern United States (Pseudoscorpionida: Chthoniidae). Part II. More recently discovered species. *Insecta Mundi*. 10: 153-168.
- Muchmore, W. B. 1998. Review of the family Bochicidae, with new species and records (Arachnida: Pseudoscorpionida). *Insecta mundi*. 12: 117-132.
- Muchmore, W. B. y Alteri, C. 1974. The genus *Parachernes* (Pseudoscorpionida, Chernetidae) in the United States, with descriptions of new species. *Transactions of the American Entomological Society*. 99:477-506.
- Municipios. 2016. Santiago Comaltepec. <http://www.municipios.mx/oaxaca/santiago-comaltepec/>; última consulta: 12.IV.2016.
- Nassirkhani, M. 2016. A New Pseudoscorpion species of the Genus *Allochernes* Beier, 1932 (Pseudoscorpiones: Chernetidae) from Southern Iran. *Arachnology*. 17: 95-100.
- Palmer, M. W. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*, 71: 1195-1198.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31: 583-590.
- Rahbek, C. 1995. The elevational gradient of species richness: A uniform pattern?. *Ecography*, 18: 200-205.
- Sanders, N. J. 2002. Elevational gradients in ant species richness: area, geometry, and Rapoport's rule. *Ecography* 25: 25-32.
- Sandoval-Mojica, A. y Fagua, G. 2006. Estructura de las comunidades de Orthoptera (Insecta) en un gradiente altitudinal de un bosque andino. *Revista Colombiana de Entomología*. 32: 200-213.

- Sato, H. 1983. Altitudinal distribution of soil pseudoscorpions at Mt Fuji. *Edaphologia*, 28: 13-22.
- Savory, T. H. 1966. False scorpions. *Scientific American*, 214: 95-100.
- Schluter, D. y Ricklefs R. E. 1993. Species diversity: an introduction to the problem. In: *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*, R. E. Ricklefs (Eds). The University of Chicago Press, Chicago, pp. 1-12.
- StatSoft. 2004. STATISTICA for Windows. Manual version 7.0. StatSoft Inc. Tulsa, Oklahoma.
- Stevens, G. C. 1992. The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *The American Naturalist*. 140: 893-911.
- Soberón, J. y Llorente J. E. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7: 480-488.
- Sulca-Garro, L. 2013. Distribución de Rogadinae (Hymenoptera: Braconidae) en un gradiente altitudinal en los Andes del Sur del Perú. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú. 12: 141-145.
- Torres-Colín, R. 2004. Tipos de vegetación. En: García-Mendoza, A. J., Ordóñez, M. J. y Briones Salas, M. (eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología. UNAM. Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza-Worldlife Fund. México. pp. 103-117.
- Vachon, P. M. 1970. Remarques sur *Withius piger* (Simon, 1878) Nov. Comb. (Pseudoscorpion Cheliferidae) et sur le genre *Diplotemnus* J. C. Chamberlin, 1933, á propos de *Diplotemnus Beieri* Nov. Nom. (Pseudoscorpion Miratemnidae). *Bulletin du Museum National D'Histoire Naturelle*. 42: 185-191.

- Valdés, T. V., y Cano-Santana, Z. 2005. Ecología y medio ambiente. Pearson Educación. México. Pp. 240.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. M. 2006. Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. Manual de Métodos Para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, 226 p.
- Villegas-Guzmán, G. A. 2015. Pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoscorpiones) de la ciudad de México y sus alrededores. *Entomología Mexicana*, 2: 76-81.
- Villegas-Guzmán, G. A., y Pérez. T. M. 2005a. Pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoscorpionida) asociados a nidos de ratas del género *Neotoma* (Mammalia: Rodentia) del Altiplano Mexicano. *Acta zoológica mexicana*, 21: 63-77.
- Villegas-Guzmán, G. A., y Pérez, T. M. 2005b. Hallazgo de pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoscorpiones) foréticos de *Felis catus* Linnaeus, 1758, en la ciudad de México. *Folia Entomológica Mexicana*, 44(1), 85-87.
- Villegas-Guzmán, G. A., Flores-Luna E., y Vásquez-Dávila M. A. 2006. Nuevos registros de pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoescorpiones) de Oaxaca, México. 127-132 pp. *En* Estrada-Venegas, E. G., Romero-Nápoles J., Equihua-Martínez A., Luna-León, C., y Rosas-Acevedo J. (Eds.). *Entomología Mexicana*. Vol. 5, México.
- Villegas-Guzman, G. A., y Hernández-Betancourt, S. 2006. Pseudoescorpiones foréticos de roedores en México. *Acta Zoológica Mexicana*, 22: 141-143.

- Villegas-Guzmán, G. A., Roldán-Hernández, L., y Campillo, G. 2012. Pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoscorpiones) presentes en el contenido estomacal de *Cophosaurus texanus* (Reptilia: Phrynosomatidae) de México. *Revista Ibérica de Aracnología*. 21: 151–152.
- Viveros-Viveros, H., Camarillo-Luna A. R., Sáenz-Romero C., y Aparicio-Rentería A. 2013. Variación altitudinal en caracteres morfológicos de *Pinus patula* en el estado de Oaxaca (México) y su uso en la zonificación. *Bosque*. 34: 173-179.
- Weygoldt, P. 1969. The biology of pseudoscorpiones. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 145 p.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3):213-251.
- Wirth, W.W. y Marston N. 1968. A method for mounting small insects on microscope slides in Canada balsam. *Annals of the Entomological Society of America* 61:783-784.
- Zacarías-Eslava, Y. y Del Castillo R. F. 2010. Comunidades vegetales templadas de la Sierra Juárez, Oaxaca: pisos altitudinales y sus posibles implicaciones ante el cambio climático. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 87: 13-28.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. Pearson Education India. 944 p.

12. ANEXOS

Diagnosis de las familias y especies representadas en Santiago.

Familia Chthoniidae Daday, 1888

Diagnosis. Patas III y IV con más segmentos (seis después de la coxa) que las patas I y II (5 después de la coxa) (Muchmore, 1990). Carapacho con menos de 30 sedas, espinas coxales variables presentes en las patas I, II, III o ausentes (Muchmore, 1990).

Tyrannochthonius alabamensis Muchmore, 1996

Diagnosis. Es una especie pequeña con cuatro ojos (Figs. 15 y 18), en las coxas número II de las patas se observa de 7-10 espinas, la mano de la quela presenta una simple y conspicua espina además de dos tricobotrias en el dorso de está, los dedos de la quela con dientes puntiagudos y espaciados y con microdientes entre ellos (Anexo 1A, 4A, 5A y 6E) (Muchmore, 1996).

Los ejemplares recolectados son de menores dimensiones que la descripción realizada por Muchmore (1996), por ejemplo, en la literatura el largo del cuerpo es de 1.59 mm (1.40-1.52), el largo del quelícero es de 0.37-0.41 mm, largo de fémur+patella de la PIV 0.46-0.49 mm. En nuestro trabajo las medidas son las siguientes: cuerpo 0.8-1.18, quelícero 0.21-0.27 y fémur+patella 0.27-0.31 mm. Sin embargo, coincide en todas las características morfológicas de la descripción.

Material examinado. Oaxaca. Santiago Comaltepec. El Relámpago. 17° 35 '30" N; 96 23' 56" W. 2,177 m. 1 Tritoninfa. 18.II.17. En muestra de suelo. V.S. Jiménez-Hernández. El Mameyal. 17° 35' 14.5" N; 96° 24' 4.1" W. 894 m. 1♂. 29.VI.16. Trampa pitfall # 5. V.S. Jiménez-Hernández. 17° 40' 33.2" N; 96° 19' 22.2" W. 902 m. 1 Protoninfa. 30.VIII.16. Trampa pitfall # 4. 1♀. 30.IX.16. Trampa pitfall #4. 1♀. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. En muestras de hojarasca. 1♀. 07.XII.16. Tronco en descomposición. 1♀. 07.XII.16. En muestras de hojarasca. V.S. Jiménez-Hernández. 2♂♂. 15.I.17. En muestras de hojarasca. 1♀, 1♂, 3 Protoninfas, 2 Deutoninfas, 1 Tritoninfa. 19.II.17. En muestras de hojarasca. 1♂, 3 Tritoninfas. 19.II.17. En muestras de suelo. 1♀. 17° 40' 31" N; 96° 19' 22.6" W. 987. Trampa pitfall # 1. 1♀. 17° 40' 31.7" N; 96° 19' 12.4" W. 919. Trampa pitfall #3. 1 Deutoninfa. 17° 40' 33.2" N; 96° 19' 10.3" W. 902 m. Trampa pitfall # 4. El Mameyal. 17° 35' 14.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 2♀♀, 3 Protoninfas, 2 Deutoninfas, 4 tritoninfas. 19.II.17. En muestras de hojarasca. 1 Protoninfa. 19.III.17. En muestras de hojarasca. 3♀♀, 4♂♂, 3 Deutoninfas. 19.III.17. En muestras de hojarasca. 3♀♀, 1 Protoninfa, 4 Deutoninfas, 1 tritoninfa. Soyalapam. 17° 40' 31.5" N; 96° 16' 54.6" W. 150 m. 2♀, 2♂, 3 Protoninfas, 1 Deutoninfa. 19.III.17. En muestras de suelo. V.S. Jiménez-Hernández.

Familia Tridenchthoniidae Balzan, 1892

Diagnosis. Superficie del carapacho con más de 50 sedas (Anexo 4A), espiráculos oblicuos y con escleritos distintos, espinas coxales presentes en las patas I y II (Muchmore, 1990). Sedas *ib* e *isb* en posición subbasal a submedial en el dorso de la

mano de la quela, adyacentes y emparejados transversalmente (Chamberlin y Chamberlin, 1945).

***Tridenchthonius mexicanus* Chamberlin and R.V. Chamberlin, 1945**

Diagnosis. Los individuos de esta especie son muy pequeños, los machos llegan a medir 1.03 mm y las hembras 1.34 mm de longitud, los dedos de la quela son 1.4 veces más largos que la mano, la quela al menos es 4.3 veces más larga que ancha, el margen posterior del carapacho está bordeado por seis sedas en ambos sexos, los ojos claramente presentes, aunque el par anterior es menos conspicuo, poseen cinco espinas coxales contiguas (raramente seis), en forma de cuchillas dentadas o agudas, pero con pequeñas incisiones en las coxas I y II (Chamberlin y Chamberlin, 1945).

Nuestros ejemplares coinciden con la descripción realizada por Chamberlin y Chamberlin (1945), a excepción que en el margen posterior del carapacho están presentes ocho sedas (Anexo 1 y 2 B).

Material examinado. Oaxaca. Santiago Comaltepec. El Mameyal. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 1♀, 1 Deutoninfa. 29.X.16. Tronco en descomposición. 1 ♂. 29.IX.16. Debajo de corteza de árbol de Meliaceae. V.S. Jiménez-Hernández. 1 Deutoninfa. 19.III.17. En muestras de suelo. 1♀, 3 Protoninfa 13.IV.17. En muestras de suelo. V.S. Jiménez-Hernández. Soyolapam. 17° 41' 40.4" N; 96° 16' 54.6" W. 150 m. 1♂. 30.IX.16. Debajo de las vainas foliares de *Musa paradisiaca* (Platanal).

2♂♂.19.XI.16. Debajo de corteza de árbol de *Ficus* sp. V.S. Jiménez-Hernández.
3♂♂, 1 Protoninfa, 2 Tritoninfas. 19.XI.16. Tronco en descomposición. 1 Protoninfa.
07.XII.16. Debajo de las vainas foliares de *Musa paradisiaca* (Platanal). V.S.
Jiménez-Hernández. 1♀. 19.II.17. Dentro de bejuco en descomposición. 2♂♂, 1
Tritoninfa. V.S. Jiménez-Hernández. 1♀, 2♂♂. 13.IV.17. Debajo de corteza de leña
en el camino. V.S. Jiménez-Hernández Y J. López-Santiago.

Familia Bochicidae Chamberlin, 1930

Diagnosis. La Trichobotria *ib* del dorso de la mano de la quela está en posición subbasal, mientras que la tricobotria *xs* está ausente (Harvey, 1992). Presentan un par de ojos, aunque existen especies ciegas, el quelícero tiene una galea es delgada y curva, en el rillum del quelícero se observa de una a cinco sedas, el ápice de la coxa palpal tiene dos sedas largas, el conducto de veneno está bien desarrollado en ambos dedos de la quela. (Muchmore, 1998).

***Bochica withi* (Chamberlin, 1923)**

Diagnosis. Las especies de este género presentan un par de ojos, sin embargo, los ejemplares recolectados en este trabajo presentan dos pares, a pesar de ello, la descripción de las especies coincide con la de Muchmore (1998), la cual menciona que la mano del quelícero presenta cinco sedas y tres en el rillum, la membrana pleural es estriada (Anexo 1C, 4C, 6A).

Material examinado. Oaxaca. Santiago Comaltepec. El Relámpago. 17° 35 '30" N; 96 23' 56" W. 2,177 m. 5♀♀, 2♂♂, 1 Protoninfa. 18.XI.16. Debajo roca. V.S. Jiménez-Hernández, J. López-Santiago y Nayelli. 2♂♂. 07.XII.16. Debajo roca. V.S. Jiménez-Hernández. 2♂♂. 14.I.17. Debajo de roca. 4♂♂, 4♂♂. 18.II.17. Debajo de roca. 2♂♂, 2♂♂. 18.II.17. Debajo de roca. 2♂♂. 18.III.17. Debajo de roca. V. S. Jiménez-Hernández. 11♂♂, 20♂♂. 12.IV.17. V. S. Jiménez-Hernández, J. López-Santiago. El Mameyal. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 1♂. 25.V.16. Debajo de roca. V. S. Jiménez-Hernández, J. López-Santiago. 2♂♂. 29.X.16. Debajo de roca. V. S. Jiménez-Hernández. 1 Tritoninfa. 19.XI.16. Debajo de roca. V. S. Jiménez-Hernández. 1♂. 15.I.17. Debajo de roca. V. S. Jiménez-Hernández, J. López-Santiago. 1♀, 1 Deutoninfa. 19.II.17. En muestras de hojarasca. 1♀. 19.II.17. Debajo de roca. 2♀♀, 2♂♂. 19.II.17. Debajo de roca. 1♀. 19.III.17. Debajo de roca. 1♂. 19.III.17. Debajo de roca. 1♀. 19.III.17. Debajo de roca. V. S. Jiménez-Hernández. 1♀, 1♂, 1 Tritoninfa. Debajo de roca. V. S. Jiménez-Hernández, J. López-Santiago. 1♀. 19.III.17. Debajo de la corteza de árbol. V. S. Jiménez-Hernández 3♀♀, 7♂♂. 13.IV.17. Debajo de roca. V. S. Jiménez-Hernández, J. López-Santiago.

Familia Ideoroncidae Chamberlin, 1930

Diagnosis. Cada pata del ejemplar compuesto de seis segmentos después de la coxa, debido a que el tarso de cada pata está dividido en dos partes (Muchmore, 1990). Quelas con múltiples tricobotrias (Harvey y Muchmore, 2013).

***Muchmoreus ignotus* Harvey & Muchmore, 2013**

Diagnosis. *Muchmoreus* difiere de todos los otros géneros de Ideoroncidos por la posición de la tricobotria *eb* que está situada ligeramente distal de *esb*, en lugar de estar en el mismo nivel que *esb*, el cóndilo de la mano de la quela es pequeño y redondeado, no se observa una línea media en los terguitos y esternitos, cada placa espiracular con dos o tres sedas (Anexo 1D, 4D, 5C), el arolium no está dividido y es más largo que las garras (Harvey y Muchmore, 2013). Las características de nuestros ejemplares coinciden con las ya mencionadas.

Material examinado. Oaxaca. Santiago Comaltepec. El Mameyal. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 1♀. 20.IV.16. Tronco en descomposición. 1♀. 29.X.16. Debajo de corteza de árbol. 1♀. 15.I.17. En trampa pitfall #3. 1 Tritoninfa. 19.III.17. En muestras de suelo. V.S. Jiménez-Hernández. 1♂. 13.IV.17. En hojas secas de *Tillandsia*. V.S. Jiménez-Hernández y J. López-Santiago. 1♀. 13.IV.17. Debajo de roca. V.S. Jiménez-Hernández. Soyalapam. 17° 41' 40.4" N; 96° 16' 54.6" W. 150 m. 1♀ 1♂. 30.VI.16. Tronco en descomposición. 1 Protoninfa. 19.III.17. En muestras de hojarasca. V.S. Jiménez-Hernández. 1 Tritoninfa. 13.IV.17. Tronco en descomposición. V.S. Jiménez-Hernández y J. López-Santiago.

***Pseudalbiorix reddelli* (Muchmore 1982)**

Diagnosis. Los ejemplares capturados coinciden con las características mencionadas por Harvey *et al.*, (2006), las cuales se mencionan a continuación: El Dedo fijo de la quela con 20 tricobotrias, dedo móvil con 10 tricobotrias, región *eb* con una tricobotria, región *est* con seis tricobotrias, región *ib* con cuatro tricobotrias, región *ist* con cinco tricobotrias, región *b* con dos tricobotrias, y región *t* con seis tricobotrias, conducto de veneno presente en ambos dedos de la quela que termina en *nodus ramosus* cerca de la región *est* en el dedo fijo y cerca de la región *t* en el dedo móvil, cóndilo agrandado y bifurcado en el margen externo-distal de la mano quela (Anexo 1E, 5D), mano del quelícero con seis o siete sedas acuminadas largas, rallum con 4 sedas engrosadas y un par de ojos bien definidos.

Material examinado. Oaxaca. Santiago Comaltepec. El Mameyal. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 1♀. 15.I.17. En muestras de hojarasca. -1♂, 1 Tritoninfa. 19.II.17. En muestras de hojarasca. 1 Tritoninfa. En muestras de hojarasca. V. S. Jiménez-Hernández.

Familia Syarinidae Chamberlin, 1930

Diagnosis. Al igual que la familia Ideoroncidae cada pata de los ejemplares está compuesto por seis segmentos, debido a que el tarso está dividido en dos partes, quelícero con margen interno del dedo móvil dentado, quela con 12 tricobotrias o

menos; solo el dedo fijo de la quela con venedens prominentes y conducto de veneno; membranas pleurales del abdomen longitudinalmente estriados (Muchmore, 1990).

***Ideoblothrus maya* (Muchmore 1982)**

Diagnosis. Es una especie ciega con carapacho y abdomen lisos, la forma del carapacho es subrectangular a casi cuadrado, generalmente más largo que ancho (Anexo 1 y 4 F), el ápice de la coxa palpal es aguda, con dos sedas largas, los terguitos y esternitos son enteros, excepto los esternitos 3-5 que pueden estar débilmente divididos y con superficies lisas, el terguito uno generalmente presenta seis o siete sedas, los siguientes presentan ocho o nueve, la membrana pleural es estriada, la mano del quelícero está compuesta por cinco sedas acuminadas y el rallum de quelícero tiene cinco o seis sedas finamente denticuladas (Benedict y Malcolm, 1982; Hoff, 1945). En nuestros organismos se pueden observar los mismos caracteres a excepción de un ejemplar femenino, en la cual además de estos caracteres se observan estructuras similares a un racimo de globos en el área genital probablemente una anomalía (Anexo 6C), en otras especies de Syarinidae estas estructuras se han observado en mayor cantidad principalmente en los machos de la especie *Syarinus obscurus* Banks, 1893 las cuales son glándulas asociadas con áreas de cartílagos en los esternitos IV (Harvey, 1998).

Material examinado. Oaxaca. Santiago Comaltepec. El Relámpago. 17° 35 '30" N; 96 23' 56" W. 2,177 m. 1 Protoninfa. 21.IV.16. En muestras de hojarasca. V. S. Jiménez-Hernández. El Mameyal. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 2♀, 1♂. 20.IV.16. En muestras de hojarasca. 1♀, 1♂. 30.VI.16. Debajo de la corteza de árbol de Meliaceae. 1♂. 30.VII.16. En muestras de suelo. 4♂♂. 27.VIII.16. En muestras de hojarasca. 1 Protoninfa. 30.VII.16. En trampa pitfall #4. 1 Tritotoninfa. 29.IX.16. En muestras de hojarasca. 1♀, 2 Tritotoninfas. 29.X.16. En muestras de hojarasca. 1♂. 29.X.16. En muestras de suelo. 1♂. 07.XII.16. En muestras de hojarasca. V. S. Jiménez-Hernández. 1♀, 3♂♂, 3 Protoninfas. 15.I.17. En muestras de hojarasca. 1♂. 15.I.17. En muestras de hojarasca. 8♀♀, 2♂♂, 5 Protoninfas, 2 Deutoninfas, 1 Tritotoninfa. 19.II.17. En muestras de hojarasca. 3♀♀, 5 Tritotoninfas. 19.II.17. En muestras de suelo. 8♀♀, 4♂♂, 3 Protoninfas, 1 Deutoninfa. 19.II.17. En muestras de hojarasca. 3♀♀, 1 Deutoninfa. 19.III.17. En muestras de hojarasca. 3♀♀, 4♂♂, 1 Deutoninfa, 1 Deutoninfa. 19.III.17. En muestras de hojarasca. 1♀, 2♂♂, 1 Protoninfa. En muestras de suelo. V. S. Jiménez-Hernández. 1 Tritotoninfa. 19.III.17. En hojas secas de Bromelia espinosa del género catopsis. V.S. Jiménez-Hernández Y J. López-Santiago. 2♀♀, 2♂♂, 14 Protoninfas, 3 Deutoninfas. 13.IV.17. En muestras de suelo. 6♀♀, 2♂, 2 Protoninfa. 13.IV.17. En muestras de hojarasca. V. S. Jiménez-Hernández. Soyalapam. 17° 41' 40.4" N; 96° 16' 54.6" W. 150 m. 1♂. 27.VIII.16. En muestras de hojarasca. 1 Protoninfa. 29.X.16. En muestras de suelo. V. S. Jiménez-Hernández. 1 Protoninfa. 07.XII.16. Debajo de las vainas foliares de Musa paradisiaca (Platanal). V.S. Jiménez-Hernández y G. González-Adame. 1♂. 07.XII.16. En muestras de hojarasca. V. S. Jiménez-Hernández. 1♀, 1♂. 15.I.17. En muestras de suelo. 1♂. 19.II.17. En muestras de suelo. 3♀♀, 4♂♂, 25 Protoninfas,

12 Deutoninfas. 19.III.17. En muestras de suelo. 4 Protoninfas, 2 Deutoninfas, 3 Tritoninfas. 19.III.17. En muestras de hojarasca. 2 Deutoninfa. 13.IV.17. En muestras de suelo. V. S. Jiménez-Hernández.

Familia Garypinidae Daday, 1888

Diagnosis. Todas las patas con el mismo número de segmentos (seis después de la coxa), el tarso de cada pata está dividida en dos partes, el quelícero con margen interno del dedo móvil liso, venedens y conducto de veneno presente en ambos dedos de la quela; área coxal unilateral paralela (Muchmore, 1990).

***Serianus dolosus* Hoff, 1956**

Diagnosis. Cuerpo alargado y delgado (Anexo 1G), con una longitud de 2.15-2.3 mm con dos ojos bien desarrollados en ambos lados del carapacho, longitud del carapacho de 0.50-0.51 mm, superficie del carapacho lisa y con pocas sedas, el arolium del tarso de las patas está bifurcado (Anexo 6D), al menos algunos de los terguitos anteriores están divididos, la pata I con articulación femoral inmóvil, y patella más larga que el fémur (Hoff, 1956a; Muchmore, 1990), base del quelícero robusta, sérrula exterior con 18 placas (raramente 17) galea dividida en dos ramas desiguales cercanas a la base, la rama principal casi recta, terminalmente bífida y más robusta que la segunda, que es ligeramente curva y terminalmente aguda,

rallum compuesto por cuatro sedas (Hoff, 1956a). Nuestros ejemplares coinciden con estas características descritas.

Material examinado. Oaxaca. Santiago Comaltepec. Soyolapam. 17° 41' 40.4" N; 96° 16' 54.6" W. 150 m. 1♀. 30.IX.16. En muestras de hojarasca. 1♀. 15.I.17. En rama en descomposición. V. S. Jiménez-Hernández. 1♀. 19.II.17. En hojas secas de Bromelia del género *Tillandsia*. J. A. Casasola-González.

Familia Atemnidae Kishida, 1929

Diagnosis. Todas las patas con el mismo número de segmentos (cinco después de la coxa); el tarso de cada pata no está dividido; fémur de las patas I y II bastante diferente de las patas III y IV; dedos de la quela sin dientes accesorios; venedens y conducto de veneno presente solo en el dedo fijo de la quela; tarso de la pata IV con una seda táctil en posición basal (Muchmore, 1990).

***Paratemnoides pallidus* (Balzan, 1892)**

Diagnosis. Superficie del carapacho lisa, sin surcos transversales y con manchas oculares, terguitos divididos, pedipalpos robustos, lisos o ligeramente granulados (Anexo 3A), tricobotrias del dedo fijo ubicadas en o cerca de la mitad del dedo y siempre más lejos de la punta que la distancia entre *is* e *isb*, tricobotria *st* del dedo móvil de la quela más cerca a *sb* que a *t*, rallum del quelícero con cuatro sedas

plumosas, pedipalpos: fémur 2.1 veces, tibia 2 veces, quela 2.5 veces más larga que ancha, pata IV: fémur 2.5 veces, tibia 2.6 veces, tarso 3 veces más largo que ancho (Beier, 1932). Sin embargo, en nuestros ejemplares se observó que la tibia de la pata IV es más pequeña a la que nos menciona la literatura, en cuanto a las demás proporciones nuestros ejemplares no mostraron diferencias significativas variando de 1-3 μm , sobre las medidas descritas.

Material examinado. Oaxaca. Santiago Comaltepec. Cerro Pelón. 17° 34' 28.4" N; 96° 30' 15.5" W. 2,990 m. 1 ♀. 18.XI.16. Tronco de *Pinus* en descomposición. J. López-Santiago, J. A. Casasola-González. 2 Deutoninfas. 18.XI.16. Tronco de *Pinus* en descomposición. V. S. Jiménez-Hernández y J. López-Santiago. El Mameyal. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 1 Protoninfa. 13.IV.17. Tronco en descomposición. V.S. Jiménez-Hernández. Soyalapam. 17° 41' 40.4" N; 96° 16' 54.6" W. 150 m. 12 ♀♀, 2 ♂♂, 13 Protoninfa, 2 Deutoninfa. 30.IX.16. Tronco en descomposición. V.S. Jiménez-Hernández y J. López-Santiago. 20 ♀♀, 5 ♂♂, 9 Protoninfas, 49 Deutoninfas, 19 tritoninfas. 15.I.17. Debajo de la corteza de árbol de Fabaceae. J. López-Santiago, V. S. Jiménez-Hernández, G. A. Villegas-Gúzman y J. A. Casasola-González. 4 ♀♀, 2 ♂♂, 9 Protoninfas, 11 Deutoninfas, 2 tritoninfas. 19.III.17. Debajo de corteza de Oleaceae. 1 Protoninfa, 3 Deutoninfas. 19.III.17. Tronco en descomposición. V.S. Jiménez-Hernández Y J. López-Santiago. 6 ♀♀, 12 Protoninfas, 2 Deutoninfas, 6 tritoninfas. 13.IV.17. Debajo de corteza de Fabaceae.

Familia Cheliferidae Risso, 1827

Diagnosis. Rallum usualmente con tres o cuatro sedas; sedas de la mano del quelícero nunca claviformes; ambos dedos de la quela con aparato de veneno bien desarrollados, sin dientes accesorios; todas las patas con un mismo número de segmentos (5 o 6 después de la coxa), el tarso de cada pata no está dividido; fémur de la pata I bastante diferente a la pata IV; con dos ojos o ninguno; machos con órgano de *ramshorn* (Chamberlin, 1931; Hoff, 1956b; Muchmore, 1990).

Levichelifer sp.

Diagnosis. Machos con sacos genitales en las coxas de las patas IV; hembras con placas medianas cribiformes de menor diámetro que el diámetro del tronco anterior de la tráquea; sacos coxales del macho con atrio bien definido (Muchmore, 1990). Carapacho tan largo como ancho; superficie granular, con numerosos tubérculos; un par de ojos; terguitos divididos (Hoff, 1956b) (Anexo 3B).

Material examinado. Oaxaca. Santiago Comaltepec. El Mameyal. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 1 ♂. 15.I.17. Debajo de la corteza de árbol. J. López-Santiago, V. S. Jiménez-Hernández, G. A. Villegas-Guzmán.

Familia Chernetidae Menge, 1855

Diagnosis. Esta familia se caracteriza por tener dientes accesorios en los dedos de la quela (Fig. 19B y G), sus representantes pueden presentar un par de ojos o estar completamente ciegas, el tarso de las patas no está dividido, el fémur de la pata I y II es diferente al de las patas III y IV, los venedens y el conducto de veneno se encuentran presentes en ambos dedos de la quela o solo en el dedo móvil (Muchmore, 1990).

Chernetidae sp. 1

Material examinado. Oaxaca. Santiago Comaltepec. El Mameyal. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 2 Tritoninfas 19.III.17. En hojas secas de Bromelia espinosa del género catopsis. V.S. Jiménez-Hernández Y J. López-Santiago (Anexo 2A).

Chernetidae sp. 2

Material examinado. Oaxaca. Santiago Comaltepec. El Relámpago. 17° 35 '30" N; 96 23' 56" W. 2,177 m. 18.II.17. 4 Protoninfa. En muestras de hojarasca. 5 Tritoninfas. 18.II.17. En muestras de suelo. El Mameyal. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 1 Deutoninfa. 19.III.17. V. S. En muestras de suelo. Jiménez-Hernández (Anexo 2B)

***Allochernes* sp.**

Diagnosis. Especies no mayores a 2.2-2.5 mm (largo del cuerpo) (Anexo 2C), mano del quelícero con cinco sedas, tarso y tibia de la pata IV sin seda conspicua, rallum del quelícero compuesto por tres sedas (Muchmore, 1990). Carapacho ligeramente más largo que ancho, por lo general bastante rugoso, con dos surcos transversales muy marcados, tricobotria *st* mucho más cerca de *t* que de *sb*, número de dientes secundarios de los dedos de la quela normalmente reducidos, tarso de la pata IV sin seda táctil, terguitos divididos y claramente granulados (Beier, 1932). Los individuos de este género faltan por identificarse a especie, debido a que no ha sido posible relacionarlas con un taxón determinado.

Material examinado. Oaxaca. Santiago Comaltepec. El Relámpago. 17° 35 '30" N; 96 23' 56" W. 2,177 m. 2 Protoninfa. 18.II.17. En muestras de suelo. V. S. Jiménez-Hernández.

***Americhernes reductus* Muchmore, 1976**

Diagnosis. La tricobotria *it* del dedo fijo de la quela está al mismo nivel que *est*, mano del quelícero con cuatro sedas, tibia de la pata IV con dos sedas táctiles largas y denticuladas, tarso con una seda larga y acuminada, el tamaño del fémur del pedipalpo y la tibia de la pata IV en nuestros ejemplares es ligeramente mayor a la descripción mencionada por Muchmore (1976), por ejemplo, el menciona que la longitud del fémur palpal es de 0.75 mm y que la proporción largo/ancho de la tibia

de la pata IV es de 3.0 a 3.3 mm, en nuestro trabajo se reporta 0.88 mm para el largo del fémur y una proporción de 3.1 a 3.41 mm para la tibia, en cuanto a las otras medidas nuestro ejemplares si coinciden con la descripción de Muchmore (1976), tales como la longitud del carapacho que va de 0.52 a 0.64 mm y el tamaño del fémur el cual es menor de 0.50 mm (Anexo 2D, 4E).

Material examinado. Oaxaca. Santiago Comaltepec. Cerro Pelón. 17° 34' 28.4" N; 96° 30' 15.5" W. 2,990 m. 3♂♂, 1 Deutoninfa. 18.XI.16. Dentro de tronco de *Pinus* en descomposición. J. López-Santiago. 1♂. 14.I.17. Dentro de tronco de *Pinus* en descomposición. J. López-Santiago. 2♀♀, 1♂. 14.I.17. Dentro de tronco de *Pinus* en descomposición. J. López-Santiago y J. A. Casasola-González. 2♀♀. 18.III.17. Dentro de tronco de *Pinus* en descomposición. V. S. Jiménez-Hernández. 1♀. 12.IV.17. Dentro de tronco de *Pinus* en descomposición. V.S. Jiménez-Hernández Y J. López-Santiago. El Mameyal. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 1♀. 30.VI.16. Debajo de corteza de tronco de Meliaceae. 1♀, 1♂. 29.IX.16. Debajo de corteza de tronco de Meliaceae. V.S. Jiménez-Hernández. 2♂♂. 15.I.17. Tronco en descomposición. J. López-Santiago. 8 Deutoninfas, 1 Tritoninfa. 13.IV.17. Tronco en descomposición. V.S. Jiménez-Hernández Y J. López-Santiago. Soyolapam. 17° 41' 40.4" N; 96° 16' 54.6" W. 150 m. 2♀♀. 30.IX.16. Tronco en descomposición. 1♂. 15.I.17. En muestras de hojarasca. V.S. Jiménez-Hernández. 1♂, 3 Protoninfas, 1 Deutoninfa, 1 Tritoninfa. 15.I.17. Tronco en descomposición de *Ceiba aesculifolia*. V.S. Jiménez-Hernández Y J. López-Santiago. 1♀. 15.I.17. Tronco en descomposición. V.S. Jiménez-Hernández. 1♀, 1♂, 1 Tritoninfa. 19.II.17. Tronco en descomposición de *Ceiba aesculifolia*. 2♀♀. 19.II.17. Tronco en descomposición.

V.S. Jiménez-Hernández. 2 Deutoninfas, 2 Tritoninfa 19.III.17. Debajo de corteza de árbol de Fabaceae. 6♀♀, 3 Protoninfas, 1 Tritoninfa. 19.III.17. Debajo de corteza de árbol de Fabaceae. V.S. Jiménez-Hernández Y J. López-Santiago. 2♀♀, 2♂♂. 19.III.17. Tronco en descomposición. J. A. Casasola-González. 4♀♀, 6♂♂, 1 Deutoninfas, 1 Tritoninfa. 13.IV.17. Tronco en descomposición de Fabaceae. 1♂. 13.IV.17. Tronco en descomposición. V.S. Jiménez-Hernández Y J. López-Santiago.

***Dinochernes vanduzeei* (Chamberlin, 1923)**

Diagnosis. Carapacho y pedipalpos fuertemente esclerotizados (Fig. 19B), tricobotrias restringidas a la mitad proximal de los dedos de la quela, excepto *t* y *et*, carapacho 1.25 veces más largo que ancho, granulado superficialmente y con un único surco transversal poco profundo justo detrás del centro con dos manchas oculares grandes, terguitos 1-10 y esternitos 3-10 divididos, mano del quelícero con cinco sedas, seda *b* denticulada y *sb* larga y acuminada, rallum con tres sedas, quelícero 0.28 veces tan largo como el carapacho, espermateca con dos sacos ovoides pequeños, proximales y dos sacos esféricos grandes, distales, dedos de la quela con 35-50 dientes marginales contiguos y 10-15 dientes accesorios externos y 0-1 internos; pedipalpos: trocánter 1.85, fémur 2.6 y tibia 2.1 veces más largo que ancho; pata IV: fémur 2.6, tibia 3.05 y veces más largo que ancho; sedas dorsales dentadas y las ventrales acuminadas (Muchmore, 1975) (Anexo 2E, 5B). Solo la proporción largo/ancho del tarso IV en nuestros ejemplares es dos veces mayor a la que se indica en la literatura, es decir, de 3.1 se reporta 6.05.

Material examinado. Oaxaca. Santiago Comaltepec. El Mameyal. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 1♂, 1 Protoninfa 15.I.17. Debajo de corteza de árbol. V. S. Jiménez-Hernández, J. López-Santiago. 2 ♀♀, 1♂. 13.IV.17. Debajo de corteza de árbol. J. López-Santiago y J. A. Casasola-González. 1♂. 13.IV.17. Troncos en descomposición. V.S. Jiménez-Hernández Y J. López-Santiago.

***Lustrochernes grossus* (Banks, 1893)**

Diagnosis. Longitud del cuerpo de 3.3 a 4.5 mm (Anexo 2F), rillum del quelícero compuesto por tres sedas (Fig. 20B), tibia de la pata IV con dos sedas táctiles, una distal y la otra cerca del centro del segmento, tricobotria *it* del dedo fijo de la quela al menos tan cerca de la punta del dedo como la distancia entre *ist* e *isb*, receptáculo seminal de la hembra variable, desde un bulbo oval colocado transversalmente en el extremo de un tallo corto a una estructura claramente en forma de T o de martillo (Muchmore, 1990; Muchmore, 1991; Benedict y Malcolm, 1982) (Anexo 4E). Nuestros ejemplares presentan las mismas proporciones mencionadas por Benedict y Malcolm (1982) las cuales se describen a continuación: Fémur Palpal de 2.1-2.4, tibia 2.1-2.45, y chela (sin pedicelo) 2.6-3.0 veces más largo que ancho, la mano (sin pedicelo) de la quela 1.4-1.8 veces más largo que profundo, dedo móvil 0.75-0.88 tan largo como la mano, pata IV: fémur completo 2.8-3.15, tibia 3.4-3.85 y tarso 3.5-3.9 veces más largo que profundo.

Material examinado. Oaxaca, Santiago Comaltepec. El Mameyal. 1♀, 1♂. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 20.IV.16. Debajo de corteza de Caudillo en descomposición. 1♀, 1♂. 1 Deutoninfa. 1 Tritoninfa. 30.VI.16. Debajo de corteza de tronco de Meliaceae. 1♀. 29.IX.16. Tronco en descomposición. 1 Deutoninfa. 29.X.16. Tronco en descomposición. 1♀, 2♂♂. Tronco en descomposición. V. S. Jiménez-Hernández. 1♀, 1♂. 15.I.17. Tronco en descomposición. V. S. Jiménez-Hernández y J. López-Santiago. Soyolapam. 17° 41' 40.4" N; 96° 16' 54.6" W. 3♂♂. 29.X.16. Debajo de vainas foliares de *Musa paradisiaca* (Platanal). V. S. Jiménez-Hernández, J. López-Santiago y A. López-Sanjuan. 1♀, 1 Protoninfa. 19.XI.16. Debajo de corteza de árbol de Rutaceae (Toronjal). V. S. Jiménez-Hernández y J. López-Santiago. 1♀. 07.XII.16. Tronco en descomposición y dentro de su nido de arcilla. J. A. Casasola-González. 3♀♀. Tronco en descomposición. V. S. Jiménez-Hernández, J. López-Santiago y J. A. Casasola-González. 1♀. 15.I.17. Tronco en descomposición. V. S. Jiménez-Hernández. 1 Deutoninfa, 2 Tritoninfa. 19.II.17. Tronco en descomposición. V. S. Jiménez-Hernández, J. López-Santiago y J. A. Casasola-González. 2♀♀, 2♂♂, 3 Protoninfas, 7 Deutoninfas, 1 Tritoninfa. 19.II.17. Dentro de bejuco en descomposición. 2 Ninfas. 19.III.17. En muestras de hojarasca. V. S. Jiménez-Hernández. 2♀♀. 19.III.17. Troncos en descomposición. V. S. Jiménez-Hernández. 1o. 1♀, 1 Deutoninfa. Troncos en descomposición. V. S. Jiménez-Hernández y J. López-Santiago. 1♀, 1♂, Dentro de bejuco en descomposición de Fabaceae. V. S. Jiménez-Hernández. 1♀, 20 Protoninfa, 4 Deutoninfa, 4 Tritoninfa. V. S. Jiménez-Hernández, J. López-Santiago, G. A. Villegas-Guzmán y J. A. Casasola-González.

***Parachernes virginicus* (Banks, 1895)**

Diagnosis. Los individuos machos de esta especie llegan a medir 1.7-1.95 mm y las hembras de 2.0-2.65 mm (Anexo 2G) y presentan un par de manchas oculares, el rillum del quelícero está compuesto por tres sedas (Anexo 6A), la tibia de la pata IV no tiene sedas conspicuas pero el tarso si, todas las tricobotrias del dedo fijo de la quela excepto *et* están confinadas a la mitad proximal del dedo, carapacho y terguitos fuertemente esclerosados y densamente granulados, carapacho más largo que ancho, con sedas marginales anteriores dentadas y sedas posteriores moderadamente engrosadas o clavadas (Fig. 19I), con una quilla engrosada cerca del centro del margen posterior, la cual está formada por un conjunto de gránulos cerrados entre los surcos del carapacho, la base de los gránulos es irregular (Muchmore y Alteri, 1974). La distribución de las tricobotrias y la forma de la quilla nos ayudaron a identificar y separar a nuestros organismos de otros *Parachernes*, además los caracteres observados coinciden con los ya mencionados.

Material examinado. Oaxaca, Santiago Comaltepec. Soyolapam. 17° 41' 40.4" N; 96° 16' 54.6" W. 1 Deutoninfa. 30.IX.16. Debajo de las vainas foliares de *Musa paradisiaca* (Platanal). V. S. Jiménez-Hernández y J. López-Santiago. 1♀. 15.I.17. En vainas foliares de *Canaceae canna*. V. S. Jiménez-Hernández. 1♀. 19.II.17. En hojas secas colgantes. J. A. Casasola-González.

***Juxtachelifer fructuosus* Hoff, 1956**

Diagnosis. La longitud del cuerpo del macho varía entre los 2.9-3.3 mm y la hembra entre 3.7-4.1 mm, el carapacho es más largo que ancho (Anexo 3C), su superficie es granulada y está fuertemente esclerosada, con surcos transversales muy marcados y un par de ojos bien desarrollados, sedas carapaciales ensanchadas distalmente y ligeramente clavadas, el rallum del quelícero está compuesto por cuatro sedas, el macho carece de parches de sedas sensoriales en los esternitos cuatro a nueve, la hembra presenta una placa cribiforme media en forma de una banda alargada, el *nodus ramosus* del dedo filo usualmente está más cerca de *it* que de *est*, terguitos divididos (Hoff, 1956b; Muchmore, 1990) (Anexo 5H). Aunque solo se colectó un ejemplar, este presenta las principales características que definen a esta especie.

Material examinado. Oaxaca, Santiago Comaltepec. El Mameyal. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 1♀. 20.IV.16. Tronco en descomposición de Caudillo. V. S. Jiménez-Hernández.

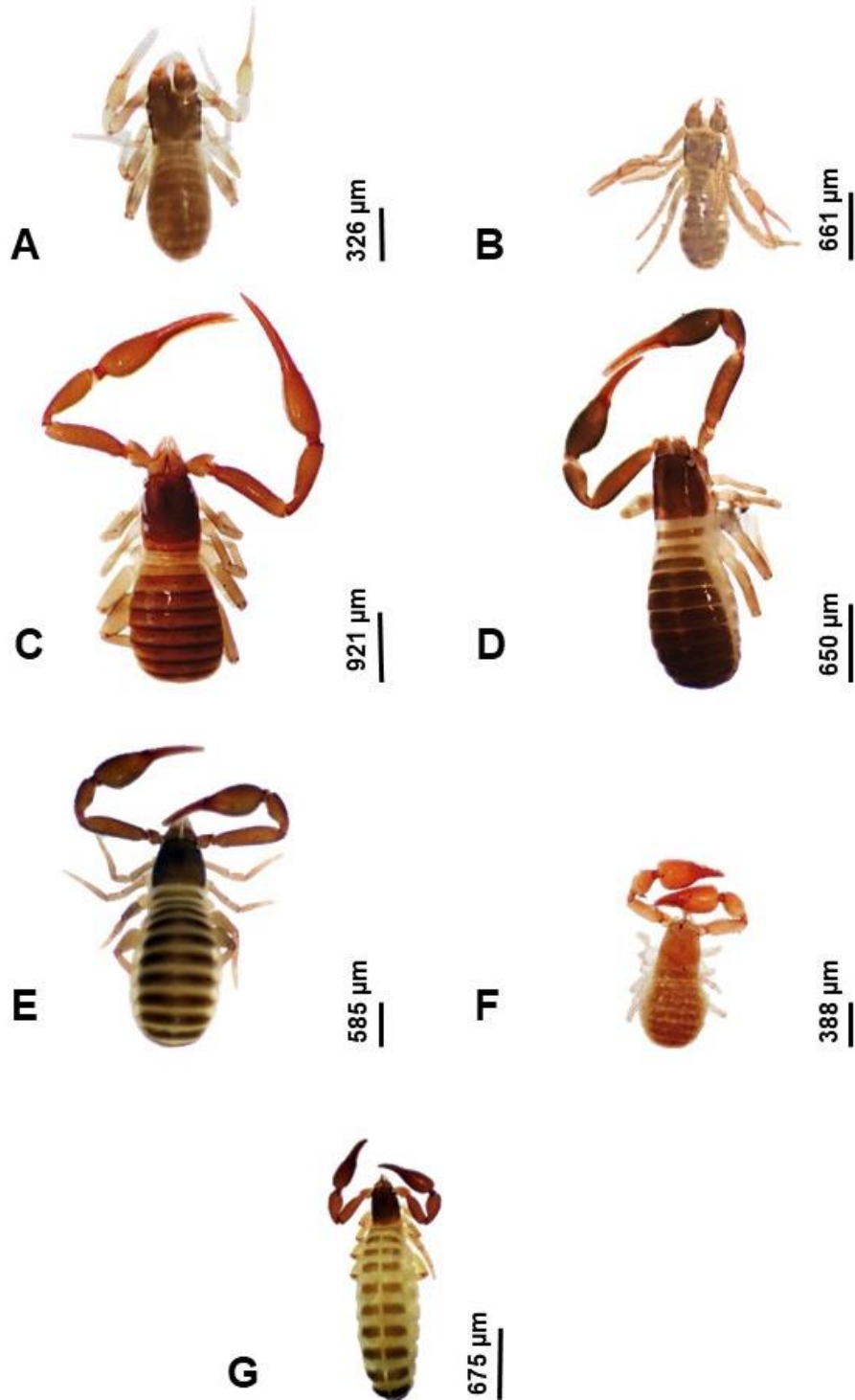
Familia Withiidae Chamberlin, 1931

Diagnosis. Todas las patas con cinco segmentos después de la coxa, fémur de la pata I y II bastante diferente al de las patas III y IV, venedens bien desarrollados en ambos dedos de la quela o solo en el dedo móvil, rallum compuesto por 4 sedas (Muchmore, 1990).

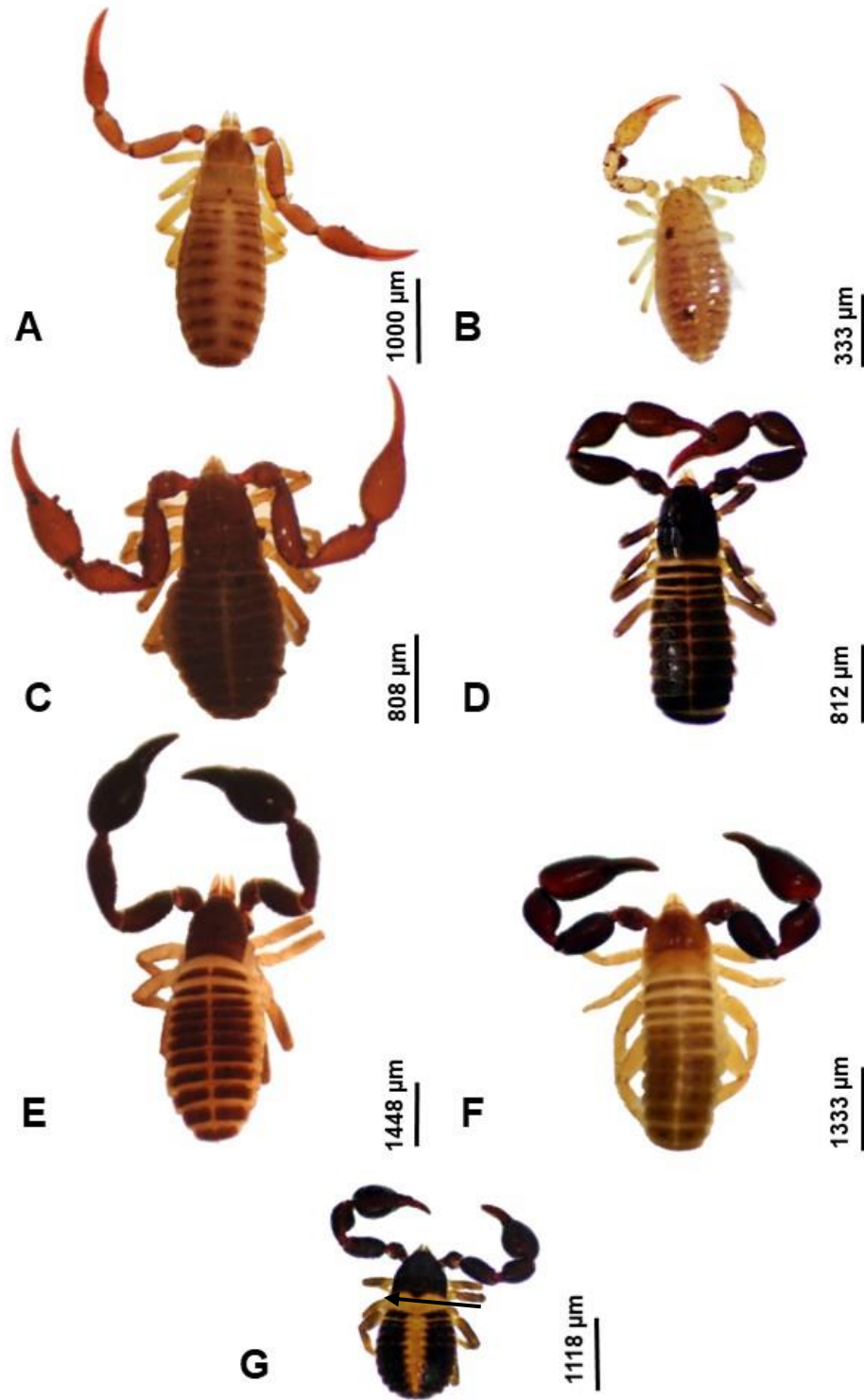
***Withius piger* (Simon, 1878)**

Diagnosis. Carapacho más largo que ancho y uniformemente deprimido (Anexo 3D), con gránulos grandes terguitos divididos a excepción del primero que es imperfecto, sedas simples, no clavadas y ligeramente dentadas, rillum compuesto de cuatro sedas, con una seda anterior denticulada, galea larga y equipada con dos ramas distales cortas y tres ramas subdistales sin desarrollar, tricobotria *t* situada a la mitad distal del dedo móvil, *lt* muy lejos de *ist*, *it* e *isb* en la cara interna del dedo, venedens y conducto de veneno en ambos dedos de la quela y bien desarrollados, las proporciones de la pata IV son las siguientes: fémur 3, tibia 3-6, tarso 5-3 veces más largo que ancho y las cuales coinciden con nuestros ejemplares capturados además de las otras características que definen a esta especie, espermateca de pares tubulares y con una placa acribillada distal junto a veinte orificios glandulares (Vachon, 1970) (Fig. 17).

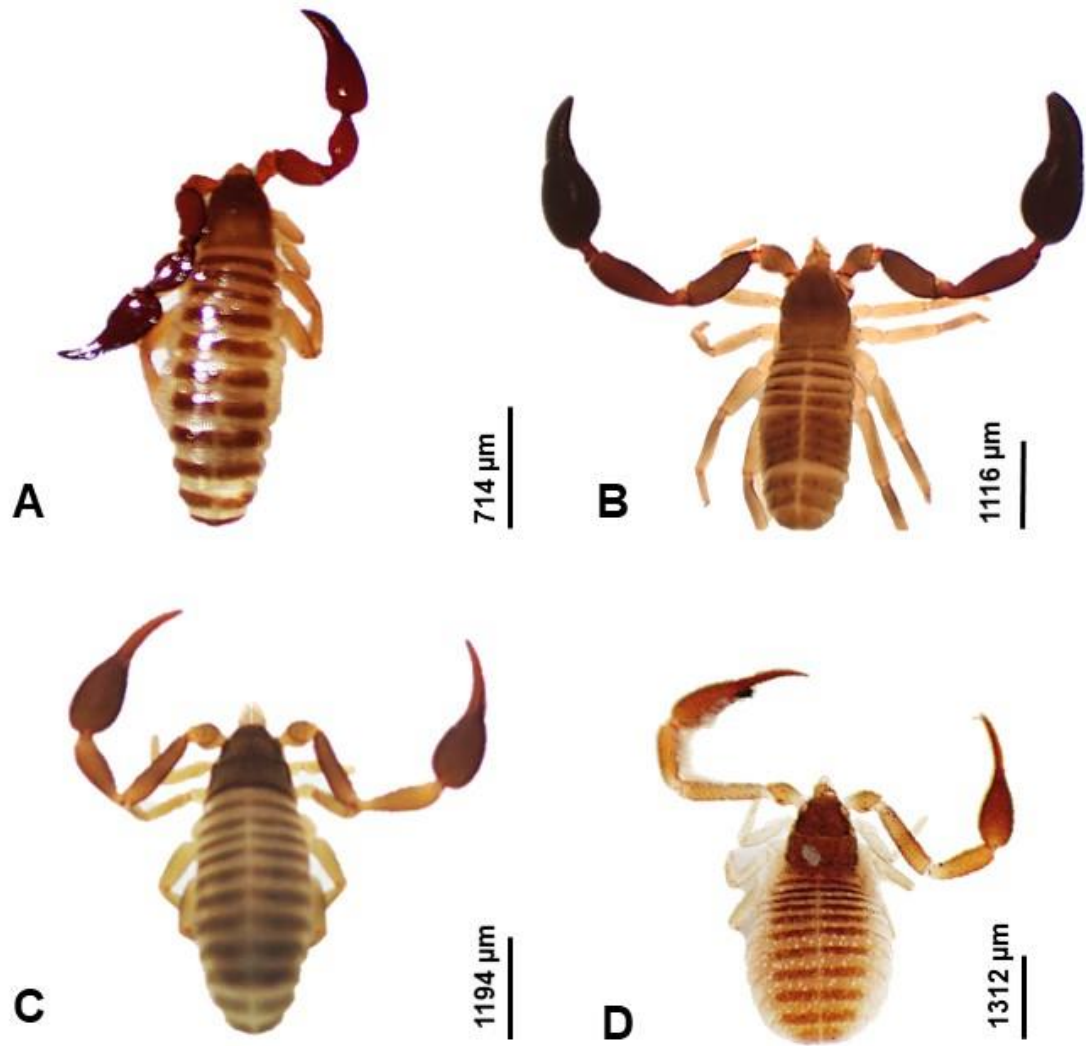
Material examinado. Oaxaca, Santiago Comaltepec. El Mameyal. 17° 40' 31.5" N; 96° 19' 22.2" W. 989 m. 1♀. 19.III.17. Debajo de corteza de árbol. J. López-Santiago.



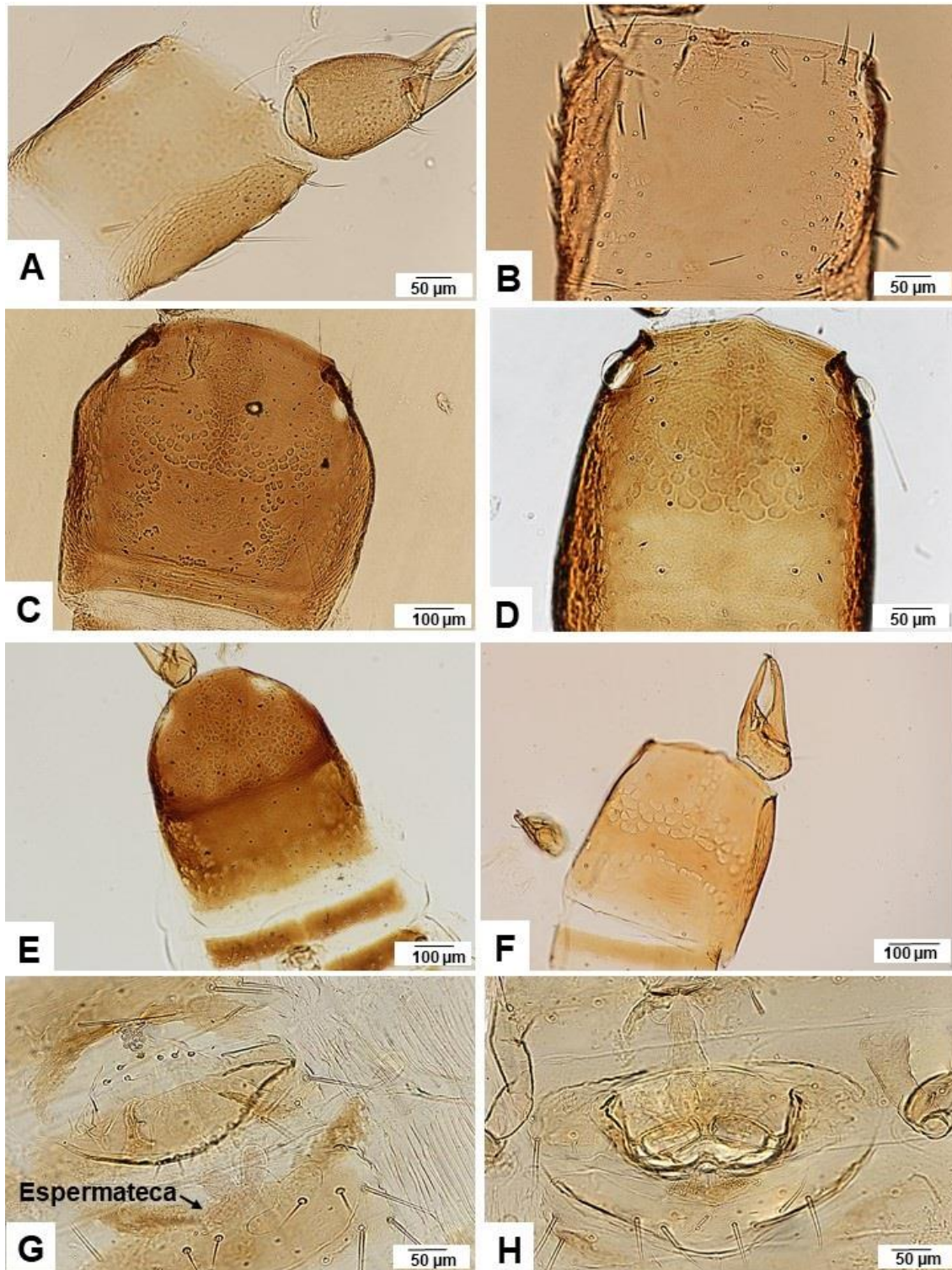
Anexo 1. Pseudoescorpiones. Habitus. Vista dorsal. A. *Tyrannochthonius alabamensis* (Chthoniidae), B. *Tridenchthonius mexicanus* (Tridenchthoniidae), C. *Bochica withi* (Bochicidae), D. *Muchmoreus ignotus*, E. *Pseudoalbiorix reddelli* (Ideoroncidae), F. *Ideoblothrus maya* (Syarinidae) y G. *Serianus dolosus* (Garypinidae).



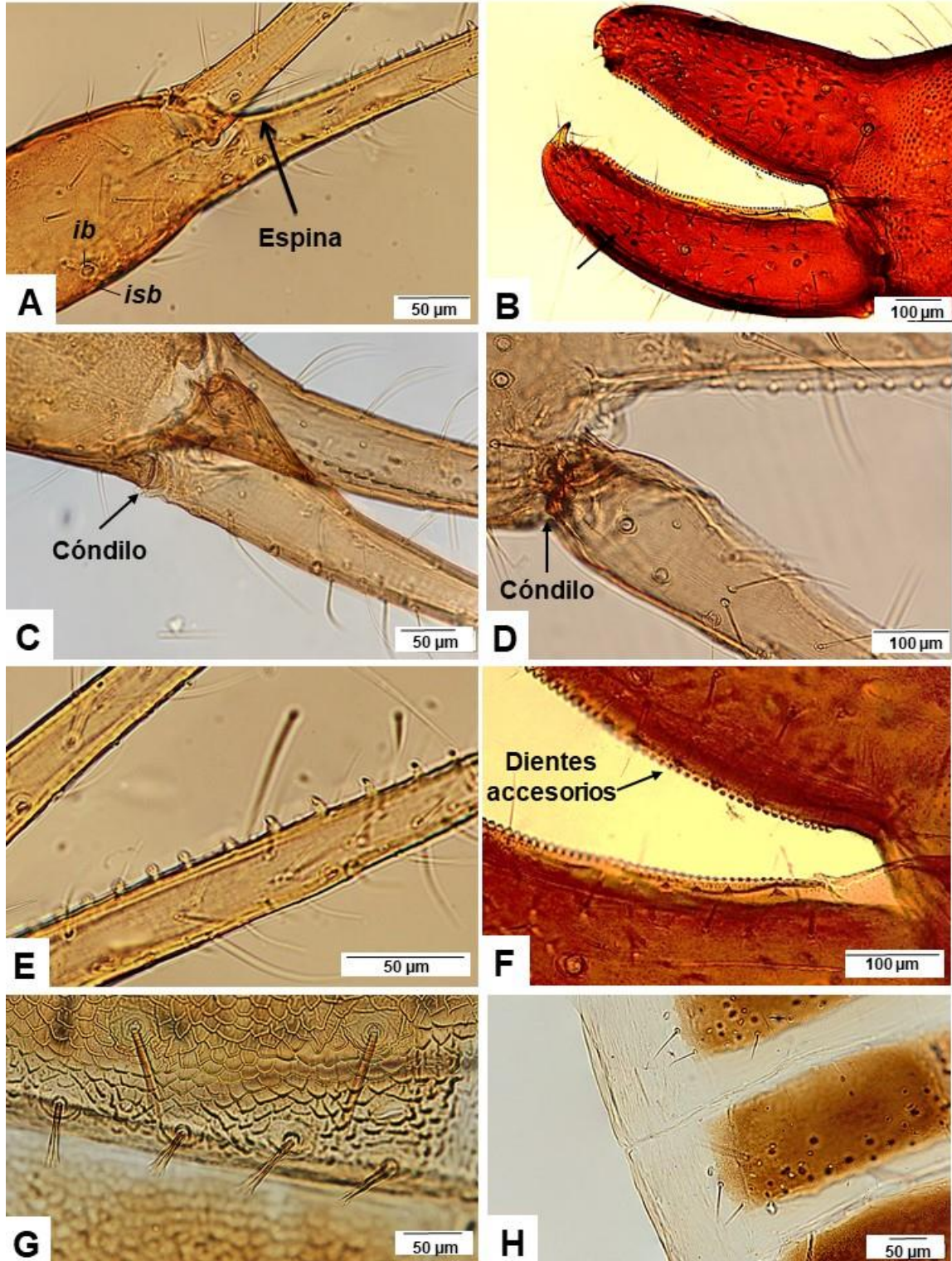
Anexo 2. Familia Chernetidae. Habitus. Vista dorsal. A y B. Ninfas sp. 1 y sp. 2, C. *Allochernes* sp., D. *Americhernes reductus*, E. *Dinochernes vanduzeei*, F. *Lustrochernes grossus* y G. *Parachernes virginicus*.



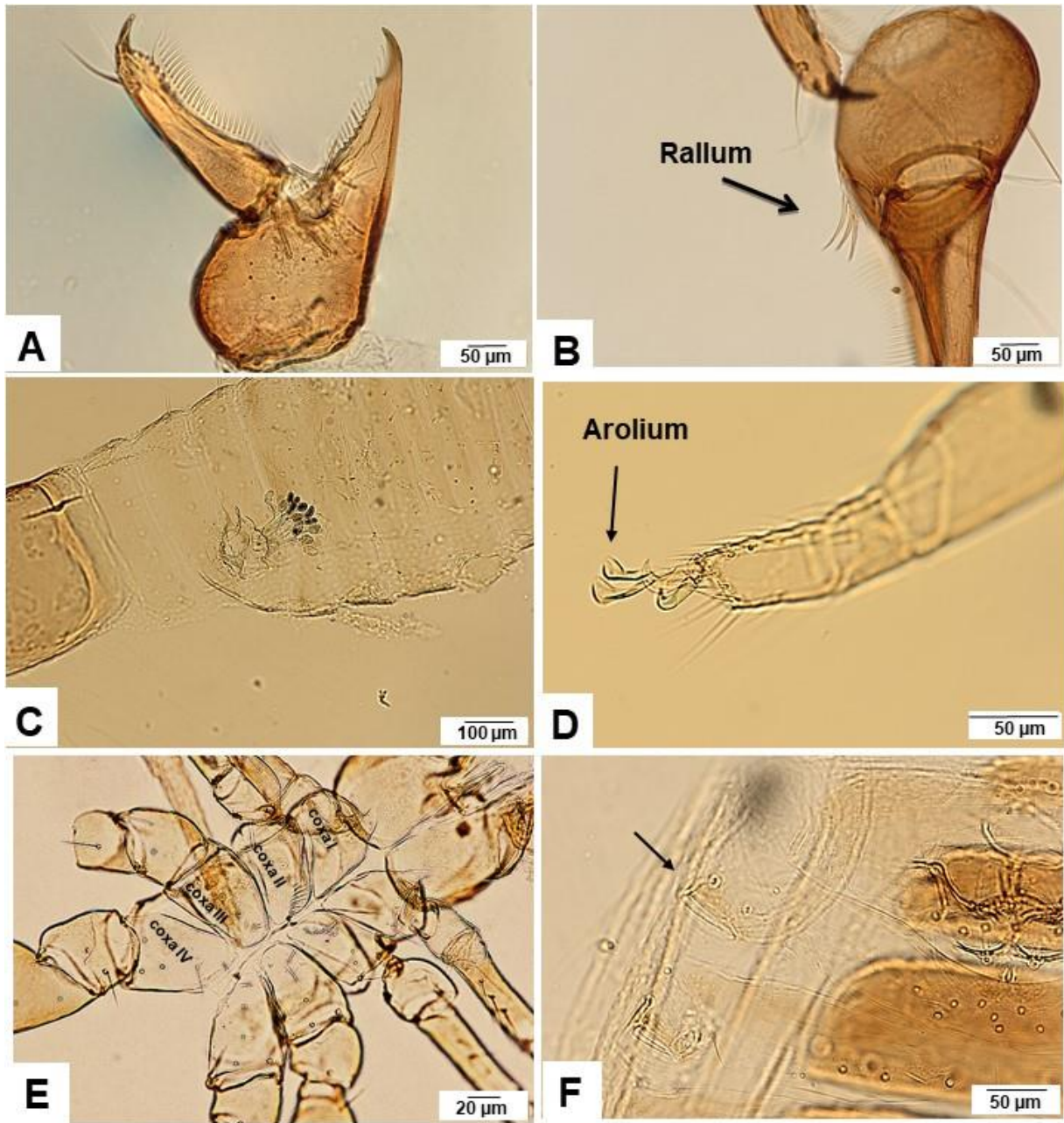
Anexo 3. Habitus. Vista dorsal. A. *Paratemnoides pallidus*, (Atemnidae) B. *Levichelifer* sp., (Cheliferidae) C. *Juxtachelifer fructuosus* y D. *Withius piger* (Withiidae).



Anexo 4. Carapachos: con un par de ojos laterales. A. *Tyrannochthonius alabamensis*, B. *Tridenchthonius mexicanus*, C. *Bochica withi*, con solo un ojo lateral; D. *Muchmoresus ignotus*, con una mancha ocular lateral; E. *Americhernes reductus* y sin ojos; F. *Ideoblothrus maya*. Genitalia de *Lustrochernes grossus*: E. Hembra y H. macho.



Anexo 5. Quelae: A. *Tyrannochthonius alabamensis*, B. *Dinochernes vanduzeei* (la flecha señala el conducto de veneno), C. *Muchmoreus ignotus*, D. *Pseudoalbiorix reddelli*. E. dientes marginales de *T. alabamensis*. Sedas: G. *Parachernes virginicus* y H. *Juxtachelifer fructuosus*.



Anexo 6. A y B. Quelícero: de *Bochica withi*, C. genitalia de *Ideoblothrus maya*. D. arolium de *Serianus dolosus*. E. espinas coxales de *Tyrannochthonius alabamensis*.

Anexo 7. Riqueza y abundancia específica por localidad y microhábitat.

Microhábitats/ Especies	Cerro Pelón (2,990 m)	Relámpago (2,177 m)	Mameyal (989 m)	Soyolapam (150 m)
Debajo de la corteza de árboles				
<i>Tridenchthonius mexicanus</i>			1♂	2♀
<i>Bochica withi</i>			1♂	
<i>Muchmoreus ignotus</i>			1♀	
<i>Ideoblothrus maya</i>			1♀, 1♂	
<i>Paratemnoides pallidus</i>				31♀, 7♂, 118N
<i>Levichelifer sp.</i>			1♂	
<i>Americhernes reductus</i>			2♀, 1♂	6♀, 8N
<i>Dinochernes vanduzeei</i>			2♀, 2♂, 1N	
<i>Lustrochernes grossus</i>			1♀, 1♂, 2N	2♀, 29N
<i>Withius piger</i>			1N	
Troncos en descomposición				
<i>Tyrannochthonius alabamensis</i>			1♀	
<i>Tridenchthonius mexicanus</i>			1♀, 1♂	2♀, 7♂, 4N
<i>Muchmoreus ignotus</i>			♀	3N
<i>Serianus dolosus</i>				1♀
<i>Paratemnoides pallidus</i>	1♀, 2N		1N	12♀, 2♂, 19N
<i>Americhernes reductus</i>	5♀, 5♂, 1N		2♂, 9N	12♀, 11♂, 8N
<i>Dinochernes vanduzeei</i>				1♂
<i>Lustrochernes grossus</i>	1♂		4♀, 5♂	11♀, 3♂, 16N
<i>Juxtachelifer fructuosus</i>			♀	
Vainas foliares				
<i>Tridenchthonius mexicanus</i>				1♀, 1N
<i>Ideoblothrus maya</i>				N
<i>Lustrochernes grossus</i>				♂
<i>Parachernes virginicus</i>				1♀, 1N
Debajo de rocas				
<i>Bochica withi</i>		26♀, 31♂, 1N	9♀, 14♂, 2N	
<i>Muchmoreus ignotus</i>			1♀	

Anexo 7. Continuación.

Microhábitats/ Especies	Cerro Pelón (2,990 m)	Relámpago (2,177 m)	Mameyal (989 m)	Soyolapam (150 m)
Hojas secas colgantes				
<i>Muchmoreus ignotus</i>			1♂	
<i>Ideoblothrus maya</i>			1N	
<i>Serianus dolosus</i>				1♀
<i>Chernetidae</i> sp. 1			2N	
<i>Lustrochernes grossus</i>				1♀
<i>Parachernes virginicus</i>				1♀
Hojarasca				
<i>Tyrannochthonius alabamensis</i>			11♀, 7♂, 25N	
<i>Bochica withi</i>			1♀, 1N	
<i>Muchmoreus ignotus</i>				1N
<i>Pseudoalbiorix reddelli</i>			1♀, 1♂, 2N	
<i>Ideoblothrus maya</i>		1N	32♀, 21♂, 21N	2♀, 9N
<i>Serianus dolosus</i>				1♀
<i>Chernetidae</i> sp. 2		4N		
<i>Americhernes reductus</i>				1♂
<i>Lustrochernes grossus</i>				1♀, 1N
Suelo				
<i>Tyrannochthonius alabamensis</i>		1N	1♀, 3N	2♀, 2♂, 4N
<i>Bochica withi</i>			1♀, 4♂	
<i>Ideoblothrus maya</i>			6♀, 6♂, 27N	3♀, 5♂, 41N
<i>Chernetidae</i> sp. 2		5N	1N	
<i>Allochernes</i> sp.		1♀, 2N		
Suelo-Trampa				
<i>Tyrannochthonius. alabamensis</i>			3♀, 1♂, 2N	
<i>Muchmoreus ignotus</i>			1♀	
<i>Ideoblothrus maya</i>			1N	