



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Distribución geográfica de los géneros de ácaros acuáticos
(Acari: Trombidiformes: Hydrachnidiae) del estado de
Oaxaca, México**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGA**

P R E S E N T A:

ADLAI MIGUEL MENDEZ

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. GERARDO RIVAS LECHUGA

2016





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del alumno
Miguel
Méndez
Adlaí
56 50 96 64
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
307239783
2. Datos del tutor.
Dr.
Gerardo
Rivas
Lechuga
3. Datos del sinodal 1
Dr. Ignacio Mauro
Vázquez
Rojas
4. Datos del sinodal 2
Biol.
María del Carmen
Letechipía
Torres
5. Datos del sinodal 3
Dr. Ricardo
Paredes
León
6. Datos del sinodal 4
M. en C.
Marcia María
Ramírez
Sánchez
7. Datos del trabajo escrito
Distribución geográfica de los géneros de ácaros acuáticos (Acari: Trombidiformes: Hydrachnidiae) del estado de Oaxaca, México.
62 p
2016

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ciencias por ser mi segunda casa durante estos años de mi formación académica.

Con especial cariño al Dr. Gerardo Rivas Lechuga por ser una gran persona y con un gran corazón. Estaré siempre agradecida por darme la oportunidad de trabajar en el laboratorio, por darme un espacio, por tu tiempo a pesar de estar siempre con mil cosas que hacer, por tu comprensión en múltiples ocasiones y por dirigir esta tesis, de verdad muchas gracias Gerardo.

Al Dr. Ignacio Mauro Vázquez Rojas, Biol. María del Carmen Letechipía Torres, al Dr. Ricardo Paredes León, a la M. en C. Marcia María Ramírez Sánchez, muchas gracias a todos y cada uno de ustedes, por tomarse el tiempo de leer este trabajo y enriquecerlas con sus sugerencias y comentarios.

Al Dr. Erick Alejandro García Trejo de la Unidad de Informática para la Biodiversidad de UniCiencias, por su amabilidad y su disposición en ayudarme a realizar los mapas de distribución de los géneros.

A mi querida familia, pero en especial a mis tíos Irais y Octavio, por cuidar de mí, cada uno en distintas etapas de mi vida, por hacerme un espacio en sus vidas, por enseñarme de todo un poco, por el apoyo, sus consejos y sus pláticas. A mis primas-hermanas Nubia y Denisse por estar conmigo siempre, aunque tengan que cavar con pico y pala.

A mis padres José y Verónica, que aunque lejos estén nunca me han abandonado, pues siempre se han preocupado por mí, y con gran esfuerzo me han dado lo mejor. A mi hermano Jadhíel, por su motivación, que aunque estemos lejos siempre estaremos el uno para otro.

A mis suegros, en especial a mi suegra por su infinito apoyo y cariño, a mi esposo Dan por su amor y apoyo, y a mi pequeña Sofía por ser mi mayor motivación.

A las personas que me apoyaron directa e indirectamente a lo largo de mi vida.
Mil gracias.

CONTENIDO

	Página
Resumen	5
Introducción	6
Objetivos	9
Área de estudio	10
Método	11
Resultados	13
Distribución por localidades	18
Distribución por provincias biogeográficas	21
Distribución por cuencas hidrológicas	24
Distribución por ecorregiones	27
Gradientes de altitud	30
Gradientes de latitud	33
Discusión	35
Conclusiones	45
Anexo	47
Bibliografía	58

Distribución geográfica de los géneros de ácaros acuáticos (Acari: Trombidiformes: Hydrachnidiae) del estado de Oaxaca, México

RESUMEN

Los ácaros acuáticos son un grupo monofilético ubicado taxonómicamente en la subcohorta Hydrachnidiae y dentro del suborden Prostigmata. La riqueza de ácaros acuáticos en México es de 317 especies y para el estado de Oaxaca se han reportado 49 especies dentro de 27 géneros y 13 familias.

Se revisaron e identificaron 1258 ejemplares pertenecientes a la Colección de Ácaros Acuáticos de la Facultad de Ciencias de la UNAM, los cuales corresponden a un total de 35 géneros en 18 familias. Quince géneros fueron registrados por primera vez para el estado de Oaxaca: *Albia*, *Aturus*, *Axonopsella*, *Centrolimnesia*, *Diamphidaxona*, *Eylais*, *Frontipodopsis*, *Lebertia*, *Mideopsis*, *Neomamersa*, *Omartacarus*, *Protolimnesia*, *Rhyncholimnochaes*, *Stygalbiella* y *Tubophorella*, así como cinco familias: Eylaidae, Limnocharidae, Lebertiidae, Omartacaridae y Mideopsidae. Con el presente trabajo se aumentó la diversidad de ácaros acuáticos a un total de 42 géneros incluidos en 19 familias.

Con el análisis de distribución de los géneros de ácaros acuáticos de Oaxaca, donde se encontró una mayor diversidad fue en Tierras Bajas del Pacífico (Provincia biogeográfica), Rio Papaloapan (Cuenca Hidrológica), Selvas cálido-húmedas (ecorregión terrestre) y los intervalos de 16-16.5 grados (latitudinal), 1-325 msnm (altitudinal). Los géneros más abundantes y con mayor distribución fueron *Sperchon*, *Atractides*, *Hygrobates* y *Torrenticola*.

INTRODUCCIÓN

La compleja fisiografía de México es el resultado de la interacción de cinco placas tectónicas cuya acción conjunta ha originado cordilleras por plegamiento (Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur), o por vulcanismo (Sierra Madre occidental, Faja Volcánica Transmexicana); las mesetas (Altiplano central) y depresiones (Balsas y Chiapas) quedaron confinadas entre las cordilleras principales (Espinosa *et al.*, 2008).

Oaxaca es uno de los estados de mayor diversidad biológica en México, la cual ésta dada por una complejidad extraordinaria en su geomorfología, fisiografía, edafología, clima, flora, fauna y tipos de vegetación (García-Mendoza *et al.*, 2004).

Las recientes propuestas de regionalización de Oaxaca consideran que en este confluyen las provincias biogeográficas siguientes: Sierra Madre del Sur, Costa del Pacífico, Llanura costera del Golfo, Faja Volcánica Transmexicana, Sierras de Chiapas y Depresión del Balsas (León-Paniagua y Morrone, 2009; Espinosa *et al.*, 2001; Morrone, 2006). Sin embargo, en la última propuesta de regionalización para el Neotrópico hecha por Morrone (2014), solo tres provincias quedan conferidas dentro del estado de Oaxaca: Sierra Madre del Sur, Veracruzana y Tierras bajas del Pacífico.

La riqueza de especies en general tiende a incrementarse hacia el sur del territorio mexicano, alcanzando su valor máximo en el centro-noreste de Oaxaca, donde convergen la Sierra Madre del sur, la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre Oriental (Espinosa *et al.*, 2001). Resultado de este paisaje, existe una diversidad considerable de hábitats lo que posibilita el establecimiento de un gran número de especies (Espinosa *et al.*, 2001) como artrópodos, incluyendo los ácaros, tanto terrestres como acuáticos, siendo este último un taxón poco estudiado en dicho estado así como en México.

Los ácaros son un grupo de arácnidos muy diverso con distribución cosmopolita, ocupando ambientes terrestres y acuáticos: marinos, salobres y dulceacuícolas (Pérez *et al.*, 2014). Los primeros registros fósiles datan del Devónico y son de origen terrestre, sin embargo su poder de adaptación es tan grande, que a lo largo de su evolución, las

diferentes especies han logrado establecerse prácticamente en todos los hábitats accesibles a la vida del planeta (Rivas y Hoffmann, 2000), han colonizado tanto ambientes loticos (ríos, arroyos) y lenticos (lagunas, fuentes termales), así como manantiales y aguas intersticiales, desde las condiciones polares hasta las tropicales (Di Sabatino *et al.*, 2008; Doreste, 1984).

Así, un gran número de ácaros pertenecientes a diferentes familias de prostigmados se fueron adaptando en forma secundaria a la vida acuática, tanto dulceacuícola (los hidracáridos) como marina (los halácaridos o Halacaroidea) (Rivas y Hoffmann, 2000). La invasión exitosa a nuevos hábitats ha dependido del desarrollo de estrategias en los diferentes estadios, con un complejo tipo de desarrollo holometábolo único entre Acari (Smith *et al.*, 2010).

El ciclo de vida de los ácaros dulceacuícolas es igual al de sus ancestros terrestres. Consta de huevo, una larva hexápoda, generalmente parásita, tres estadios ninfales: 1) la protoninfa, que es quiescente; 2) la deutoninfa octópoda, de vida libre, depredadora y 3) la tritoninfa, también quiescente; finalmente los adultos, macho o hembra, generalmente son de vida libre y depredadores activos (Smith *et al.*, 2010). Se caracterizan por sus colores brillantes y una morfología muy diversificada. Como en todos los Acari, el cuerpo se divide en dos unidades principales: gnatosoma e idiosoma (Di Sabatino *et al.*, 2008).

Los ácaros acuáticos se ubican taxonómicamente en la subcohorta Hydracarina, Hydrachnellae, Hydrachnidia o Hydrachnidiae dentro del orden Trombidiformes (Walter y Krantz, 2009); aunque numerosas especies de los órdenes Sarcoptiformes y Mesostigmata ocupan también hábitats acuáticos, los hidracnidios son los microartrópodos acuáticos más abundantes en todos los hábitats de agua dulce conocidos (Abe, 2005).

La clasificación actual de la cohorte Parasitengonina (que incluye a los ácaros prostigmados en cuyo ciclo de vida la larva es parásita) incluye Hydrachnidiae junto con otros tres linajes: Erythraiae y Trombiidae comprenden a los taxa terrestres conocidos generalmente como “ácaros de terciopelo”, y Stygothrombiae, que comparte un estilo de vida acuático con Hydrachnidiae, pero su relación filogenética no es clara (Dabert *et al.*,

2016). Tradicionalmente la subcohorte Hydrachnidae ha sido considerada monofilética junto a los taxa Hydrovolzioidea y Stygothrombidoidea. Sin embargo, en un análisis filogenético reciente donde se incluyeron representantes de todas las superfamilias de ácaros acuáticos, se encontró que Stygothrombidoidea no está anidado dentro de Hydrachnidae (Dabert *et al.*, 2016). Más adelante se presenta un listado taxonómico desde las categorías superiores hasta nivel de género.

Hydrachnidae está conformada por ocho superfamilias que incluyen más de 100 familias, más de 300 géneros y alrededor de 6000 especies descritas a nivel mundial. Se ha estimado que existen más de 1 500 especies actualmente en América del Norte, representando 139 géneros en 70 subfamilias y 42 familias (Smith *et al.*, 2010).

La fauna de ácaros acuáticos en México es una de las mejor conocidas de América Latina con un total de 258 especies registradas hasta el momento. Sin embargo, el conocimiento de los ácaros acuáticos de México es heterogéneo, es decir, hay algunas regiones del país más estudiadas que otras. Por ejemplo para el Estado de México y los estados costeros se tienen numerosos registros de ácaros acuáticos, mientras que para gran parte del Centro-Norte del país prácticamente no existen datos (Goldschmidt *et al.*, 2015).

En México, los primeros trabajos científicos sobre ácaros acuáticos fueron realizados por investigadores extranjeros a mediados del siglo XIX. Sin embargo, el estudio formal de los hidracáridos en nuestro país comenzó a finales del siglo XIX con las aportaciones de Alfredo Dugés (Pérez *et al.*, 2014). Más tarde, Cook (1974) empieza por descubrir nuevas especies de hidracáridos y en su obra de 1980 describe alrededor de 100 especies tan solo para México, posteriormente ésta riqueza se incrementa por varios trabajos hasta llegar a las 317 especies descritas hasta el momento (Rivas y Cramer, en preparación).

Los únicos estudios de ácaros acuáticos en Oaxaca fueron publicados por Cook (1974; 1980) y posteriormente por Otero-Colina (1987), que en conjunto mencionan 13 familias, 27 géneros y 49 especies de Hydrachnidae para ocho localidades dentro del estado.

Si bien es cierto, que la cifra de 49 especies es de las de mayor riqueza respecto a otros estados de la República Mexicana, es posible deducir que está por debajo de lo real, tanto

a nivel de especies como de géneros. Lo anterior debido a que las ocho localidades reportadas para estas especies, están prácticamente confinadas a una sola provincia biogeográfica: Costa del Pacífico, en la cual la mayor altitud no supera los 500 metros sobre el nivel del mar. Y es que existe el antecedente de que los cuerpos de agua de zonas montañosas, particularmente los que convergen hacia el sur, posibilitan una mayor abundancia y diversidad de organismos (García-Mendoza *et al.*, 2004).

Con los estudios realizados previamente y con el carácter megadiverso que tiene el estado de Oaxaca, es posible ampliar el estudio de localidades, reuniendo y sistematizando los nuevos registros de ácaros por provincias biogeográficas con los ya citados.

Por lo que el presente estudio tuvo los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

- Analizar la distribución de los géneros de Hydrachnidae de Oaxaca de acuerdo a su afinidad biogeográfica y a su ubicación en las cuencas hidrográficas del estado.
- Revisar e identificar a nivel de género los Hydrachnidae del estado de Oaxaca depositado en la colección de ácaros acuáticos de la Facultad de Ciencias de la UNAM.
- Incrementar el número de registros a nivel de Género y Familia de Hydrachnidae en general, así como para México y para el estado de Oaxaca.

AREA DE ESTUDIO

Oaxaca es uno de los estados de mayor diversidad biológica y cultural, cuenta con una superficie de 95 364 Km², que representa 4.8% del territorio nacional. Cuenta con una regionalización económica que reconoce ocho zonas geo-culturales: Cañada, Costa, Istmo, Mixteca, Papaloapan, Sierra norte, Sierra sur y Valles Centrales. Ocupa el décimo lugar a nivel nacional por su número de habitantes y políticamente está dividido en 30 distritos y 570 municipios, con más de 10 000 localidades (García-Mendoza *et al.*, 2004; INEGI, 2010). Geográficamente, el 90% de la superficie se ubica en áreas montañosas, con gradientes latitudinales que dan pie a un amplio abanico climático y la existencia de ecosistemas diversos, gracias a una variada estructura geológica y edafológica (Gonzales Ríos, 2011).

Oaxaca alberga una red hidrológica en la que se ubican, además de los ríos, grutas naturales, cuevas, cavernas y cuencas hidrológicas. Las cuencas hidrológicas que confluyen en dicho estado son 14: Río Tlapaneco, Río Ometepec, Río la Arena y otros, Río Colotepec y otros, Río Atoyac, Río Atoyac-B, Río Papaloapan, Río Tehuantepec, Río Copalita y otros, Río Astata y otros, Laguna Superior e Inferior, Río Coatzacoalcos, Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez y Mar Muerto (CNA, 1998).

En cuanto a la diversidad biológica, ocupa el primer lugar en México con el mayor número de especies de mamíferos silvestres según Sánchez-Cordero *et al.*, (2014). El primer lugar en Magnoliophyta con un total de 9 019 especies tal como lo señalan Villaseñor y Ortiz (2014). También ocupa el primer lugar en riqueza de Osteichthyes con un total de 2 763 especies según Espinosa-Pérez (2014).

Actualmente para México se han registrado 3 127 especies de arácnidos (excluyendo a Acari), que representa tan solo el 6.2% de la diversidad mundial de un total de 50 607 especies. El orden Araneae es el orden más representativo con 2 295 especies descritas, seguido de Scorpiones con 258 especies y Opiliones con 238 especies descritas (Francke, 2014). Sin embargo, los ácaros representan el grupo más diverso de arácnidos en México con 2 625 especies registradas de 5 ordenes, lo que representa el 4.8% de la riqueza mundial (54 617 especies) tal como lo señalan Pérez *et al.* (2014).

MATERIAL Y MÉTODO

Se revisó el material recolectado como parte del proyecto general “Taxonomía, Ecología y Distribución de Ácaros Acuáticos en México” que se lleva a cabo en la Facultad de Ciencias de la UNAM., con especímenes provenientes de 20 localidades del estado de Oaxaca adicionales a las citadas previamente en la literatura: Los Ocotes, Río Santo Domingo, San Mateo Yetla, Jalatengo, El alacrán, Presa Piedra azul, Puente Ixtlán, Camino Hierve el Agua, Teotitlán del Valle, Camino San Pedro Yolox, San Gabriel Mixtepec, Camino San Juan Yagila, San Juan Teita, San Pedro Tidaa, Puente Dixá, Estero Santa Elena, Camino Juquila, Juchatengo, Río el Molino y Sola de Vega. Se separaron los ácaros acuáticos bajo el microscopio estereoscópico y se identificaron a nivel de género con base en la literatura especializada, principalmente los trabajos de Cook (1974; 1980), la ubicación taxonómica de los géneros se hizo con base en la clasificación de Lindquist *et al.*, (2009). Adicionalmente se realizó una revisión bibliográfica para determinar el número de especies, géneros y familias de ácaros acuáticos para el estado de Oaxaca.

Cuando no fue posible hacer la identificación taxonómica bajo el microscopio estereoscópico, se hizo el montaje de algunos ejemplares con gelatina glicerizada, previamente transparentados en potasa al 10%. En un portaobjetos, se separaron cuidadosamente los quelíceros, los pedipalpos y las cuatro patas de un lado. Se etiquetaron las laminillas con datos de la localidad, fecha y colector.

La cartografía digital utilizada para los análisis de distribución geográfica fue la siguiente: las provincias biogeográficas siguiendo la propuesta de regionalización de Morrone (2014), las cuencas hidrológicas (CNA, 1998) y las ecorregiones terrestres de México (INEGI-CONABIO-INE, 2008).

Con el software ArcGIS versión 10.2 y utilizando las capas mencionadas previamente (provincias biogeográficas, cuencas y ecorregiones) se generaron los mapas de distribución espacial de los Géneros citados previamente por otros autores, así como de los nuevos registros encontrados en el presente trabajo.

Adicionalmente, con los datos de latitud y de recurrencia de los taxa, se dividió el estado de Oaxaca, tomando como referencia una gradilla de 0.5 x 0.5 grados latitudinal y longitudinal, en el cual se contabilizaron los géneros presentes por cuadro y se descubrió la distribución de los géneros de ácaros acuáticos a lo largo del gradiente latitudinal.

Finalmente, las altitudes 6, 22, 29, 39, 55, 58, 94, 127, 175, 423, 693, 852, 1338, 1381, 1414, 1452, 1507, 1528, 1689, 1729, 1742, 1948, 2164, 2350, 2431, 2476 y 2924 (se repiten varias veces) que en total sumaron 165 datos, se agruparon en intervalos de clase, para lo cual primero se calculó la amplitud R , que es la diferencia entre el valor máximo y mínimo de altitud (Solano y Álvarez, 2005):

$$R = \max - \min$$

Donde:

\max = valor máximo de altitud

\min = Límite inferior de la clase

Posteriormente para obtener el número de clases se usó la regla de Sturges, que establece el número de clases necesario, aproximadamente (Solano y Álvarez, 2005) la cual se obtiene como:

$$c = 3.3 (\log n) + 1$$

Donde:

n = número total de datos

$\log n$ = logaritmo de n en base 10

Posteriormente, el intervalo de clase w se determina calculando el cociente entre la amplitud R y el número de clases c (Solano y Álvarez, 2005). Es decir:

$$w = R / c$$

El valor de c y w es común redondearlo al entero siguiente.

RESULTADOS

Hasta antes del presente estudio se habían registrado para Oaxaca 49 especies correspondientes a 27 géneros de ácaros acuáticos: *Arenohydracarus*, *Arrenurus*, *Atractidella*, *Atractides*, *Axonopsis*, *Clathrosperchon*, *Corticacarus*, *Feltria*, *Hydrachna*, *Hydrodroma*, *Hydryphantes*, *Hygrobates*, *Kawamuracarus*, *Koenikea*, *Kongsbergia*, *Limnesia*, *Meramecia*, *Monatractides*, *Neoaturus*, *Neumania*, *Paraschizobates*, *Piona*, *Polyaxonopsella*, *Recifella*, *Sperchon*, *Torrenticola* y *unionicola* dentro de 13 familias: Arenohydracaridae, Arrenuridae, Aturidae, Feltriidae, Hydrachnidae, Hydrodromidae, Hydryphantidae, Hygrobatidae, Limnesiidae, Sperchontidae, Torrenticolidae y Unionicolidae (Cook, 1974; 1980; Otero-Colina, 1987).

Con el presente trabajo se identificaron a nivel de género 1 258 ejemplares depositados en la Colección de Ácaros Acuáticos de la Facultad de Ciencias de la UNAM, y se determinaron 15 géneros adicionales a los 27 registrados para el estado de Oaxaca por Cook (1974, 1980) y Otero-Colina (1987): *Albia*, *Aturus*, *Axonopsella*, *Centrolimnesia*, *Diamphidaxona*, *Eylais*, *Frontipodopsis*, *Lebertia*, *Mideopsis*, *Neomamersa*, *Omartacarus*, *Protolimnesia*, *Rhyncholimnochaes*, *Stygalbiella* y *Tubophorella* aumentando a un total de 42 géneros en 19 familias (Cuadro 1).

Seis de los 15 géneros aquí determinados pertenecen a la familia Aturidae y cuatro a la familia Limnesiidae. Las familias con nuevos registros para el estado son cinco: Eylaidae, Limnocharidae, Lebertiidae, Omartacaridae y Mideopsidae.

Cuadro 1. Géneros de Hydrachnidae para el estado de Oaxaca con ubicación taxonómica.

¹Nuevos registros para el estado y ²géneros ya citados pero con nuevos registros de localidades.

Subclase Acari Leach, 1817

Superorden Acariformes Zakhvatkin, 1952

Orden Trombidiformes Reuter, 1909

Suborden Prostigmata Kramer, 1877

Cohorte Parasitengonina Newell, 1959

Subcohorte Hydrachnidae Linquist, Krantz y Walter, 2009

Superfamilia Hydryphantoidea Piersig, 1896

Familia Hydryphantidae Piersig, 1896

Subfamilia Hydryphantinae Piersig, 1896

²Género ***Hydryphantes*** Koch, 1841

Familia Hydrodromidae Viets, 1936

²Género ***Hydrodroma*** Koch, 1837

Familia Rhynchohydracaridae Lundblad, 1936

Subfamilia Clathrosperchontinae Lundblad, 1936

²Género ***Clathrosperchon*** Lundblad, 1936

Superfamilia Eylaoidea Leach, 1815

Familia Eylaidae Leach, 1815

¹Género ***Eylais*** Latreille, 1796

Familia Limnocharidae Grube, 1859

Subfamilia Rhyncholimnocharinae Lundblad, 1936

¹Género ***Rhyncholimnochares*** Lundblad, 1936

Superfamilia Hydrachnoidea, Leach, 1815

Familia Hydrachnidae Leach, 1815

²Genero ***Hydrachna*** Viets, 1956

Superfamilia Lebertioidea Thor, 1900

Familia Sperchontidae Thor, 1900

Subfamilia Sperchontinae Thor, 1900

²Género ***Sperchon*** Kramer, 1877

Familia Lebertiidae Thor, 1900

¹Género ***Lebertia*** Neuman, 1880

Familia Torrenticolidae Thor, 1902

Subfamilia Torrenticolinae Piersig, 1902

²Género ***Torrenticola*** Koch, 1837

Género ***Monatractides*** Viets, 1926

Superfamilia Hygrobatoidea Koch, 1842

Familia Limnesiidae Thor, 1900

¹Género ***Tubophorella*** Viets, 1978

Subfamilia Neomamersinae Lundblad, 1953

¹Género ***Neomamersa*** Lundblad, 1953

²Género ***Meramecia*** Cook, 1963

Subfamilia Kawamuracarinae Viets, 1943

Género ***Kawamuracarus*** Uchida, 1937

Subfamilia Protolimnesiinae Viets, 1940

¹Género ***Protolimnesia*** Lundblad, 1927

Subfamilia Limnesiinae Thor, 1900

¹Género ***Centrolimnesia*** Lundblad, 1935

²Género ***Limnesia*** Koch, 1836

Familia Omartacaridae Cook, 1963

¹Género ***Omartacarus*** Cook, 1963

Familia Hygrobatidae Koch, 1842

Subfamilia Hygrobatinae Koch, 1842

²Género ***Hygrobates*** Koch, 1837

²Género ***Atractides*** Koch, 1837

²Género ***Atractidella*** Lundblad, 1936
Género ***Paraschizobates*** Lundblad, 1937
²Género ***Corticacarus*** Lundblad, 1936
¹Género ***Diamphidaxona*** Cook, 1963
Familia Unionicolidae Thor, 1900
Subfamilia Unionicolinae Oudemans, 1909
Género ***Unionicola*** Haldeman, 1842
Subfamilia Pionatacinae Viets, 1916
²Género ***Neumania*** Lebert, 1879
²Género ***Koenikea*** Wolcott, 1900
²Género ***Recifella*** Viets, 1935
Familia Feltriidae Viets, 1926
²Género ***Feltria*** Koenike, 1892
Familia Pionidae Thor, 1900
Subfamilia Pioninae Thor, 1900
²Género ***Piona*** Koch, 1836
Familia Aturidae Thor, 1900
Subfamilia Frontipodopsinae Viets, 1931
¹Género ***Frontipodopsis*** Walter, 1919
Subfamilia Axonopsinae Viets, 1929
Género ***Polyaxonopsella*** Lundblad, 1943
¹Género ***Axonopsella*** Lundblad 1930
¹Género ***Stygalbiella*** Cook, 1974
²Género ***Axonopsis*** Piersig, 1893
Subfamilia Albiinae Viets, 1925
¹Género ***Albia*** Thon, 1899
Subfamilia Aturinae Thor, 1900
¹Género ***Aturus*** Kramer, 1875
²Género ***Kongsbergia*** Thor, 1899

Género ***Neoturus*** Lundblad, 1941

Superfamilia Arrenuroidea Thor, 1900

Familia Mideopsidae Koenike, 1910

Subfamilia Mideopsinae Koenike, 1910

¹Género ***Mideopsis*** Neuman, 1880

Familia Arenohydracaridae

Género ***Arenohydracarus***

Familia Arrenuridae Thor, 1900

Subfamilia Arrenurinae Thor, 1900

²Género ***Arrenurus*** Dugès, 1834

Distribución por localidades

De un total de 28 localidades (ocho citadas previamente en la literatura más las 20 adicionales resultado del presente trabajo), la que registró un mayor número de géneros fue Río Tapanatepec con 14 géneros correspondientes a nueve familias, seguida por Río Santo Domingo y San Mateo Yetla con 13 géneros correspondientes a Diez familias cada una; y finalmente, San Gabriel Mixtepec con 11 géneros correspondientes a nueve familias. Las localidades que presentaron un menor número de géneros fueron Tamazulapan y Estero Santa Elena con un solo registro cada una (Cuadro 2).

El género más abundante fue *Sperchon* (Sperchontidae) que se encontró en 20 localidades. El segundo fue *Atractides* (Hygrobatidae), presente en 14 localidades, seguido por *Hygrobates* (Hygrobatidae) y *Torrenticola* (Torrenticolidae) presentes en 13 y 12 localidades respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 2. Número de familias y géneros de Hydrachnidiae por localidad.

Número de localidad	Localidades	No. de Familias	No. de Géneros
1	Arroyo San Felipe del Agua	4	4
2	Camino a Hierve el Agua	2	3
3	Camino a Reforma	4	4
4	Camino a San Juan Yagila	3	3
5	Camino a San Pedro Yolox	6	9
6	Camino Juquila	6	8
7	El Alacrán	6	8
8	Estero Santa Elena	1	1
9	Jalatengo	5	7
10	Juchatengo	2	2
11	Juchitán	2	2
12	La ventosa	5	7
13	Los Ocotes	5	8
14	Presa Piedra Azul	4	4
15	Puente Dixa	4	5
16	Puente Ixtlán	7	9
17	Puente Las Tejas	2	2
18	Río el Molino	2	2
19	Río Santo Domingo	10	13
20	Río Tapanatepec	9	14
21	Río Tehuantepec	4	8
22	San Gabriel Mixtepec	9	11
23	San Juan Teita	3	3
24	San Mateo Yetla	10	13
25	San Pedro Tidaa	5	5
26	Sola de Vega	7	7
27	Tamazulapan	1	1
28	Teotitlán del Valle	2	2

Cuadro 3. Presencia de Géneros de Hydrachnidiae por localidad.

Géneros	Localidades citadas por Cook ¹ (1974; 1980) y Otero-Colina ² (1987; 1988)								Nuevas localidades																				
	Rio Tapanatepec	Juchitan	Camino a Reforma	La ventosa	Rio Tehuantepec	Arroyo San Felipe del Agua	Puente Las Tejas	Tamazulapan	Los ocotes	Rio santo Domingo	San Mateo Yetia	Puente Ixtlan	Sola de Vega	San Gabriel Mixtepec	Jalátengo	El Alacran	Presa Piedra Azul	Camino a Hierve el Agua	Teotitlan del Valle	Camino a San Pedro YoloX	Camino a San Juan Yagila	Estero Santa Elena	San Pedro Tídaa	Puente Dixá	Juchatengo	Rio el Molino	Camino a Juquila	San Juan Teita	
<i>Albia</i>																													
<i>Arenohydracarus</i>	1																												
<i>Arrenurus</i>		1	1	1				X	X			X																	
<i>Atractidella</i>	1				1					X																			
<i>Atractides</i>	1				1	2	1	X		X				X	X		X		X				X	X	X		X		
<i>Aturus</i>											X									X							X	X	
<i>Axonopsis</i>					1				X	X																	X		
<i>Axonopsella</i>													X		X														
<i>Centrolimnesia</i>									X																				
<i>Clathrosperchon</i>	1									X		X		X	X												X		
<i>Corticacarus</i>	1							X						X						X				X					
<i>Diamphidaxona</i>															X					X									
<i>Eylais</i>																X													
<i>Feltria</i>					2															X									
<i>Frontipodopsis</i>										X																			
<i>Hydrachna</i>		1	1	1					X																				
<i>Hydrodroma</i>	1								X																				
<i>Hydryphantes</i>			1						X		X	X	X																
<i>Hygrobates</i>	1				1			X	X	X	X		X	X	X		X		X	X	X								
<i>Kawamuracarus</i>																													
<i>Koenikea</i>	1		1	1					X	X																			
<i>Kongsbergia</i>					1															X									
<i>Lebertia</i>									X	X				X						X	X		X	X		X	X		
<i>Limnesia</i>	1			1					X	X							X		X										
<i>Meramecia</i>					1			X		X																			
<i>Mideopsis</i>									X			X			X								X						
<i>Monatractides</i>							1																						
<i>Neoaturus</i>	1																												
<i>Neomamersa</i>														X															
<i>Neumania</i>				1					X				X										X						
<i>Omartacarus</i>										X																			
<i>Paraschizobates</i>					1																								
<i>Piona</i>				1					X								X												
<i>Polyaxonopsella</i>						2																							
<i>Protolimnesia</i>								X																					
<i>Recifella</i>	1				2				X																				
<i>Rhyncholimnochaes</i>										X	X	X	X	X	X													X	
<i>Sperchon</i>	1				2		1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stygaliella</i>											X																		
<i>Torrenticola</i>	1							X	X	X	X	X	X	X	X				X				X	X		X			
<i>Tubophorella</i>										X																			
<i>Unionicola</i>				1																									

Distribución por provincias biogeográficas

La provincia con más localidades fue Sierra Madre del Sur con 15 que corresponden a Camino San Pedro Yolox, San Juan Yagila, Puente Ixtlán, Puente Dixá, Arroyo San Felipe del Agua, Presa Piedra Azul, Teotitlán del valle, Camino Hierve el Agua, Tamazulapan, San Pedro Tidaá, San Juan Teita, Los Ocotes, Sola de Vega, Juchatengo y Río El Molino. A continuación la región de Tierras Bajas del Pacífico con 11 localidades: Camino Juquila, San Gabriel Mixtepec, Estero Santa Elena, Jalatengo, El Alacrán, Puente las Tejas, Río Tehuantepec, Juchitán, La Ventosa, Camino a Reforma y Río Tapanatepec; por último la Provincia Veracruzana con dos localidades que corresponden a Río Santo Domingo y San Mateo Yetla (Figura 1).

En cuanto al número de Géneros Tierras Bajas del Pacífico fue la provincia con la mayor cantidad con 29, siguiendo la Provincia Veracruzana y Sierra Madre del Sur con 23 géneros respectivamente. Estas tres provincias comparten 13 géneros: *Arrenurus*, *Atractides*, *Clathrosperchon*, *Hydryphantes*, *Hygrobates*, *Lebertia*, *Limnesia*, *Mideopsis*, *Neumania*, *Piona*, *Rhyncholimnochaes*, *Sperchon* y *Torrenticola* (Cuadro 4).

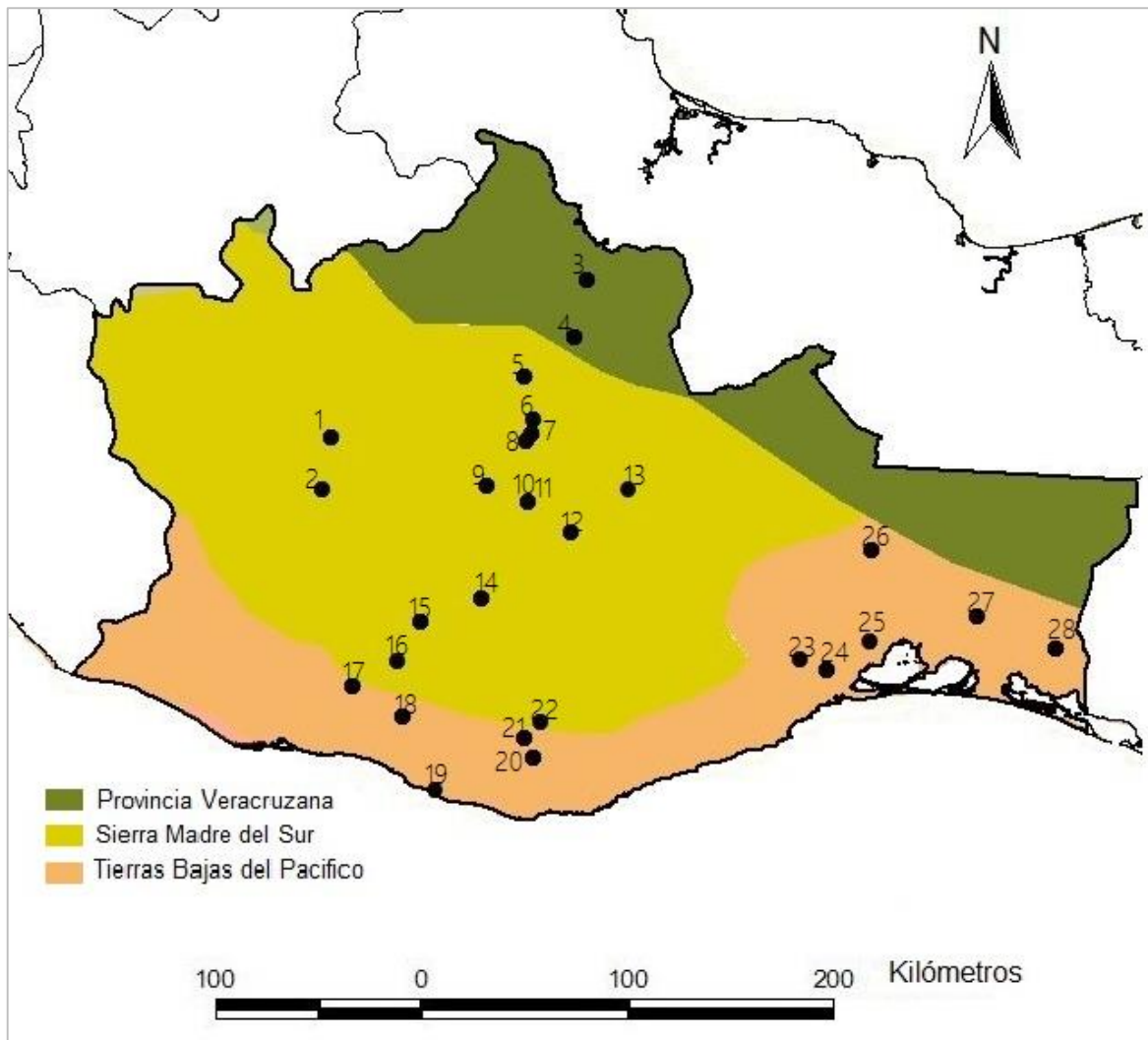


Figura 1. Distribución de localidades por Provincias biogeográficas. San Pedro Tidaa (1), San Juan Teita (2), Río Santo Domingo (3), San Mateo Yetla (4), Camino San Pedro Yolox (5), Camino San Juan Yagila (6), Puente Ixtlan (7), Puente Dixá (8), Arroyo San Felipe del Agua (9), Teotitlan del Valle (10), Presa Piedra Azul (11), Camino Hierve el Agua (12), Tamazulapan (13), Los Ocotes (14), Sola de vega (15), Juchatengo (16), Camino Juquila (17), San Gabriel Mixtepec (18), Estero Santa Elena (19), El Alacrán (20), Jalatengo (21), Río el Molino (22), Puente las Tejas (23), Río Tehuantepec (24), Juchitan (25), La Ventosa (26), Camino a Reforma (27), Río Tapanatepec (28).

Cuadro 4. Presencia de Géneros de Hydracnidae para las tres provincias biogeográficas.

Géneros	Provincia Veracruzana	Sierra Madre del Sur	Tierras Bajas del Pacifico
<i>Albia</i>			X
<i>Arenohydracarus</i>			X
<i>Arrenurus</i>	X	X	X
<i>Atractidella</i>	X		X
<i>Atractides</i>	X	X	X
<i>Aturus</i>		X	X
<i>Axonopsella</i>			X
<i>Axonopsis</i>	X		X
<i>Centrolimnesia</i>	X		
<i>Clathrosperchon</i>	X	X	X
<i>Corticacaus</i>		X	X
<i>Diamphidaxona</i>		X	X
<i>Eylas</i>		X	
<i>Feltria</i>		X	
<i>Frontipodopsis</i>	X		
<i>Hydrachna</i>	X		X
<i>Hydrodroma</i>	X		
<i>Hydryphantes</i>	X	X	X
<i>Hygrobates</i>	X	X	X
<i>Kawamuracarus</i>			X
<i>Koenikea</i>	X		X
<i>Konsbergia</i>		X	X
<i>Lebertia</i>	X	X	X
<i>Limnesia</i>	X	X	X
<i>Meramecia</i>		X	X
<i>Mideopsis</i>	X	X	X
<i>Monatractides</i>			X
<i>Neoaturus</i>			X
<i>Neomamersa</i>			X
<i>Neumania</i>	X	X	X
<i>Omartacarus</i>	X		
<i>Paraschizobates</i>		X	X
<i>Piona</i>	X	X	X
<i>Polyaxonopsella</i>		X	
<i>Protolimnesia</i>		X	
<i>Recifella</i>	X		X
<i>Ryncholimnochaes</i>	X	X	X
<i>Sperchon</i>	X	X	X
<i>Stygalbiella</i>		X	
<i>Torrenticola</i>	X	X	X
<i>Tubophorella</i>	X		
<i>Unionicola</i>			X

Distribución por cuencas hidrológicas

En cuanto a las cuencas hidrológicas, se encontraron Hydrachnidiae en el Río Papaloapan, Río Coatzacoalcos, Río Tehuantepec, Río Atoyac-B, Mar Muerto, Laguna Superior e Inferior, Río Copalita y otros y Río Colotepec y otros.

La cuenca con mayor número de localidades recolectadas fue Río Atoyac-B con diez que corresponde a Camino a Juquila, Juchatengo, Sola de Vega, Los Ocotes, San Juan Teita, San Pedro Tidaa, Arroyo San Felipe del Agua, Presa Piedra Azul, Teotitlán del valle y Camino a Hierve el Agua. Siguiendo la cuenca Río Papaloapan con siete localidades que corresponden a Río Santo Domingo, San Mateo Yetla, San Pedro Yoloxtlán, San Juan Yagila, Puente Dixta, Puente Ixtlán y Tamazulapan; a continuación la cuenca Río Copalita y otros con cuatro localidades que corresponden a Estero Santa Elena, El Alacrán, Jalatengo y Río el Molino; la cuenca Laguna Superior e Inferior con tres localidades que corresponden a Camino a Reforma, Juchitán y Río Tehuantepec; y finalmente las cuencas Río Coatzacoalcos, Río Tehuantepec, Mar Muerto, Río Colotepec y otros con una localidad cada una correspondientes a La Ventosa, Puente las Tejas, Río Tapanatepec y San Gabriel Mixtepec respectivamente (Figura 2).

En lo que se refiere a la presencia de Géneros, Río Papaloapan fue la cuenca con el mayor número de géneros con 30, siguiendo Río Atoyac-B con 22, Mar Muerto con 14, Laguna Superior e Inferior con 12, Río Colotepec y otros con 11, Río Copalita y otros con diez, Río Coatzacoalcos con siete, y por último, el que tuvo el menor número de géneros fue Río Tehuantepec con solo dos géneros (Cuadro 5).

El género con mayor presencia fue *Atractides*, que se encontró distribuido en siete cuencas hidrológicas, seguido por *Hygrobates*, *Limnesia*, *Sperchon* y *Torrenticola* presentes en cinco cuencas respectivamente; y por último los géneros *Arrenurus*, *Corticacarus*, *Hydryphantes*, *Koenikea*, *Lebertia* y *Neumania* presentes en cuatro cuencas respectivamente (Cuadro 5).

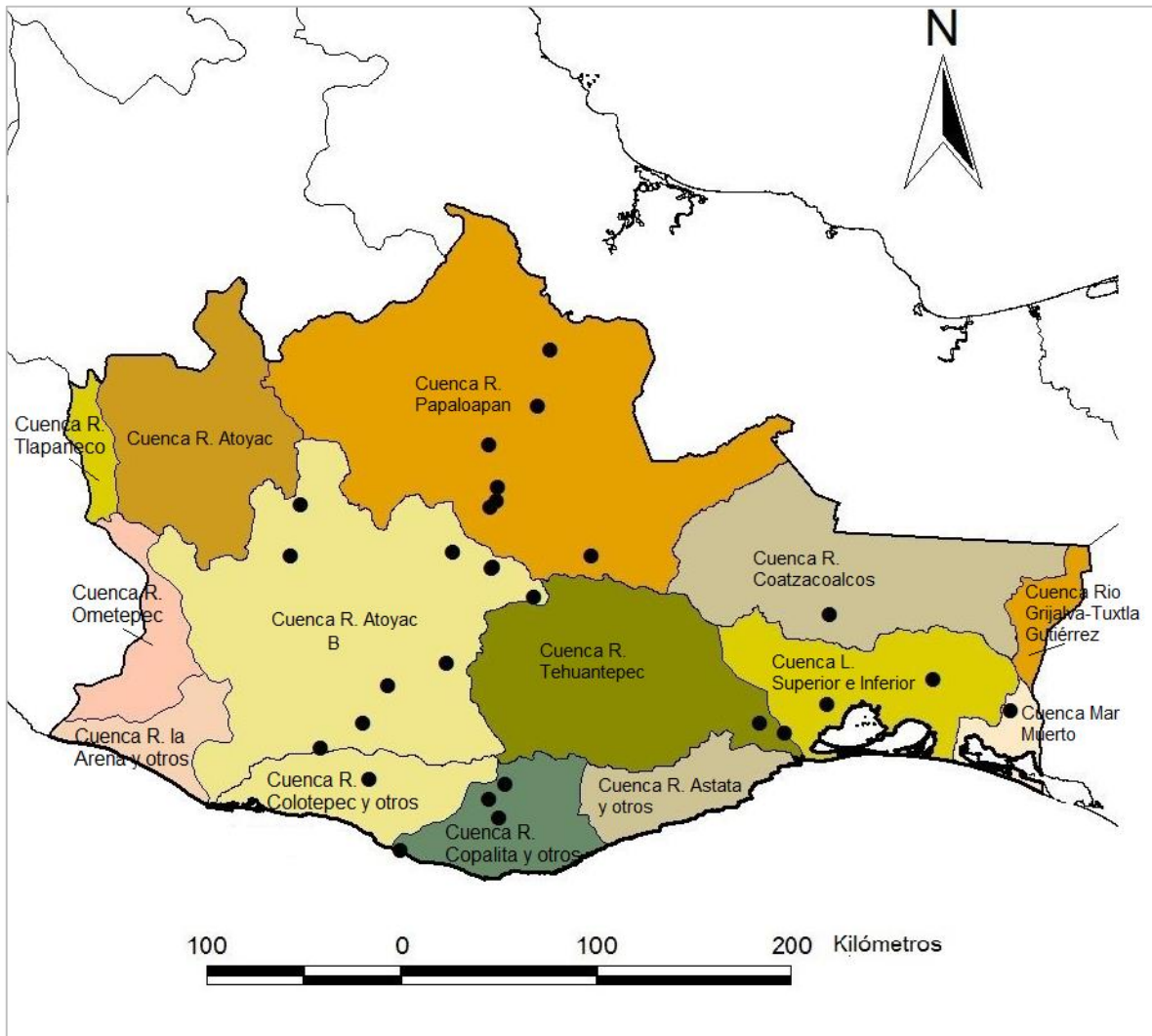


Figura 2. Distribución de localidades en las cuencas hidrológicas del estado de Oaxaca.

Cuadro 5. Presencia de géneros de Hydrachnidiae para las cuencas hidrológicas.

Géneros	Río Papaloapan	Río Coatzacoalcos	Río Tehuantepec	Río Atoyac	Mar Muerto	Laguna Superior e inferior	Río Copalita y otros	Río Colotepec y otros
<i>Albia</i>				X				
<i>Arenohydracarus</i>					X			
<i>Arrenurus</i>	X	X		X		X		
<i>Atractidella</i>	X				X	X		
<i>Atractides</i>	X		X	X	X	X	X	X
<i>Aturus</i>	X			X				
<i>Axonopsella</i>							X	X
<i>Axonopsis</i>	X			X		X		
<i>Centrolimnesia</i>	X							
<i>Clathrosperchon</i>	X			X	X		X	
<i>Corticacaus</i>	X			X	X		X	
<i>Diamphidaxona</i>	X						X	
<i>Eylas</i>				X				
<i>Feltria</i>	X			X				
<i>Frontipodopsis</i>	X							
<i>Hydrachna</i>	X	X				X		
<i>Hydrodroma</i>	X				X			
<i>Hydryphantes</i>	X			X		X		X
<i>Hygrobates</i>	X			X	X	X	X	X
<i>Kawamuracarus</i>					X			
<i>Koenikea</i>	X	X			X	X		
<i>Konsbergia</i>	X					X		
<i>Lebertia</i>	X			X			X	X
<i>Limnesia</i>	X	X		X	X			X
<i>Meramecia</i>	X			X		X		
<i>Mideopsis</i>	X			X			X	
<i>Monatractides</i>			X					
<i>Neotaurus</i>					X			
<i>Neomamersa</i>								X
<i>Neumania</i>	X	X		X				X
<i>Omartacarus</i>	X							
<i>Paraschizobates</i>						X		
<i>Piona</i>	X	X		X				
<i>Polyaxonopsella</i>				X				
<i>Protolimnesia</i>				X				
<i>Recifella</i>	X				X	X		
<i>Ryncholimnochaes</i>	X			X				X
<i>Sperchon</i>	X			X	X		X	X
<i>Stygaliella</i>	X							
<i>Torrenticola</i>	X			X	X		X	X
<i>Tubophorella</i>	X							
<i>Unionicola</i>		X						

Distribución por ecorregiones

En el estado de Oaxaca concurren tres ecorregiones: Selvas cálido-húmedas, Sierras templadas y Selvas cálido-secas.

En las Sierras templadas se distribuyen 13 de las localidades estudiadas: Tamazulapan, Camino a San Juan Yagila, Camino San Pedro Yolox, Puente Ixtlán, San Pedro Tidaa, San Juan Teita, Sola de Vega, Juchatengo, Camino a Juquila, Río el Molino, Jalatengo, San Gabriel Mixtepec y El Alacrán. En las Selvas cálido-secas se encuentran 11 localidades que corresponden a Puente Dixá, Arroyo San Felipe del Agua, Teotitlán del Valle, Presa Piedra Azul, Camino a Hierve el Agua, Los Ocotes, Estero Santa Elena, Las Tejas, Río Tehuantepec, Juchitán y Camino a Reforma; por último en las Selvas cálido-húmedas se encuentran cuatro localidades: Río Santo Domingo, San Mateo Yetla, la Ventosa y Río Tapanatepec (Figura 3).

En relación con la presencia de géneros de Hydrachnidiae, la que registró una mayor presencia fue Selvas cálido-húmedas con 28 géneros; seguida por Sierras Templadas y Selvas cálido-secas con 23 géneros respectivamente. Estas dos ecorregiones comparten diez géneros: *Arrenurus*, *Atractides*, *Axonopsis*, *Corticacarus*, *Hydryphantes*, *Hygrobates*, *Lebertia*, *Limnesia*, *Sperchon* y *Torrenticola*. (Cuadro 6).

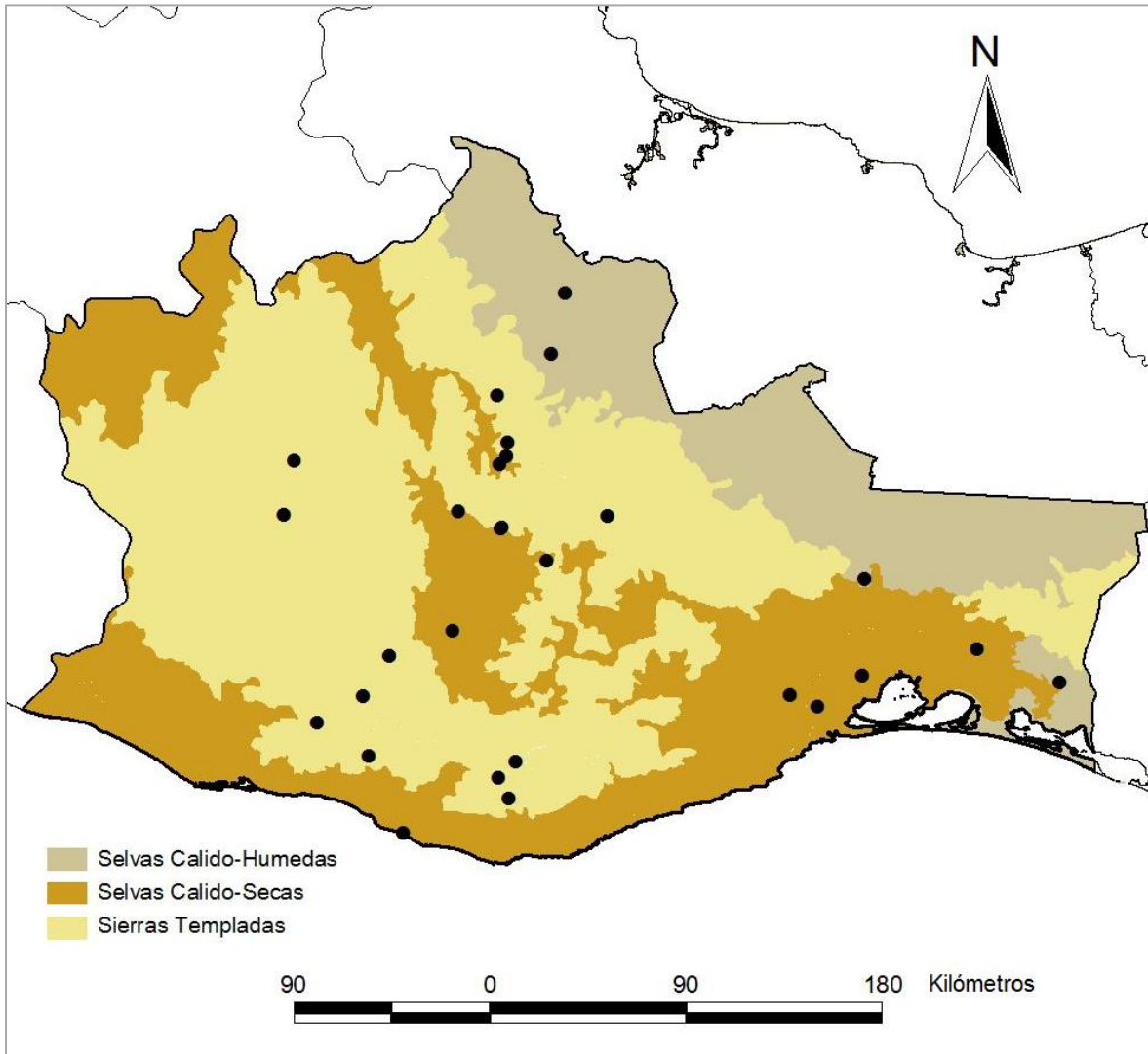


Figura 3. Distribución de localidades en las ecorregiones del estado de Oaxaca.

Cuadro 6. Presencia de géneros de Hydrachnidiae en las ecorregiones del estado de Oaxaca.

Géneros	Selvas Cálido húmedas	Sierras Templadas	Selvas cálido secas
<i>Albia</i>		X	
<i>Arenohydracarus</i>	X		
<i>Arrenurus</i>	X	X	X
<i>Atractidella</i>	X		X
<i>Atractides</i>	X	X	X
<i>Aturus</i>		X	
<i>Axonopsella</i>		X	
<i>Axonopsis</i>	X	X	X
<i>Centrolimnesia</i>	X		
<i>Clathrosperchon</i>	X	X	
<i>Corticacaus</i>	X	X	X
<i>Diamphidaxona</i>		X	
<i>Eylas</i>			X
<i>Feltria</i>		X	X
<i>Frontipodopsis</i>	X		
<i>Hydrachna</i>	X		X
<i>Hydrodroma</i>	X		
<i>Hydryphantes</i>	X	X	X
<i>Hygrobates</i>	X	X	X
<i>Kawamuracarus</i>	X		
<i>Koenikea</i>	X		X
<i>Konsbergia</i>		X	X
<i>Lebertia</i>	X	X	X
<i>Limnesia</i>	X	X	X
<i>Meramecia</i>		X	X
<i>Mideopsis</i>	X	X	
<i>Monatractides</i>			X
<i>Neoaturus</i>	X		
<i>Neomamersa</i>		X	
<i>Neumania</i>	X	X	
<i>Omartacarus</i>	X		
<i>Paraschizobates</i>			X
<i>Piona</i>	X		X
<i>Polyaxonopsella</i>			X
<i>Protolimnesia</i>			X
<i>Recifella</i>	X		X
<i>Ryncholimnochaes</i>	X	X	
<i>Sperchon</i>	X	X	X
<i>Stygalbiella</i>		X	
<i>Torrenticola</i>	X	X	X
<i>Tubophorella</i>	X		
<i>Unionicola</i>	X		

Gradientes de altitud

Con relación al gradiente altitudinal, la mayor altitud registrada fue de 2924 metros sobre el nivel del mar (msnm) y la menor altitud fue de seis metros sobre el nivel del mar (msnm).

Para analizar el número de géneros de Hydrachnidiae se construyeron intervalos altitudinales (Cuadro 7). De un total de nueve intervalos el que presentó el mayor número de géneros fue el de 1-325msnm con 32 géneros y nueve localidades, siguiendo el intervalo 1300-1625msnm con 16 géneros y seis localidades, el intervalo 1625-1950msnm con 14 géneros y cinco localidades, el intervalo altitudinal con el menor número de géneros fue 1950-2275msnm con un género de una localidad, en este sentido, cabe mencionar que para el intervalo de 975-1300msnm no hubo registros (Figura 4). Sin embargo, al calcular el promedio con base en el número de localidades (frecuencia de géneros/frecuencia de localidad), el intervalo altitudinal con mayor número de géneros fue el de 325-650msnm con ocho géneros en una sola localidad que corresponde a El Alacrán mientras que el promedio más bajo se registró en el intervalo de 1950-2275 con un género en una localidad que corresponde a Tamazulapan (Cuadro 7).

De acuerdo a la composición de géneros, el que está presente a lo largo de todo el gradiente altitudinal es *Sperchon*, seguido por *Hygrobates* presente en siete intervalos, y finalmente *Torrenticola*, *Atractides* y *Lebertia* presentes en seis intervalos (Cuadro 8).

Cuadro 7. Cantidad de géneros por intervalos de altitud (metros sobre el nivel del mar).

Intervalos de altitud	Frecuencia de localidad	Frecuencia de géneros	Promedio con base a las localidades
(1-325)	9	32	3.6
(325-650)	1	8	8.0
(650-975)	2	11	5.5
(975-1300)	0	0	0.0
(1300-1625)	6	16	2.7
(1625-1950)	5	14	2.8
(1950-2275)	1	1	1.0
(2275-2600)	3	12	4.0
(2600-2925)	1	3	3.0

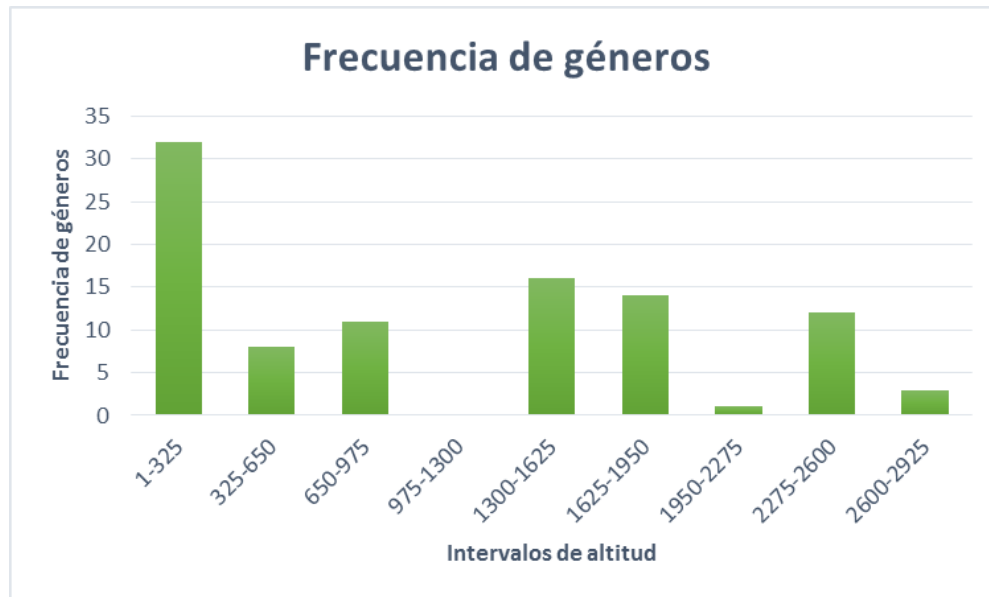


Figura 4. Frecuencia de géneros por intervalos de altitud (metros sobre el nivel del mar).

Cuadro 8. Composición de géneros por intervalos de altitud (metros sobre el nivel del mar).

Número	1-325	325-650	650-975	1300-1625	1625-1950	1950-2275	2275-2600	2600-2925
1	<i>Arenohydracarus</i>	<i>Atractides</i>	<i>Atractides</i>	<i>Albia</i>	<i>Atractides</i>	<i>Sperchon</i>	<i>Atractides</i>	<i>Hygrobates</i>
2	<i>Arrenurus</i>	<i>Axonopsella</i>	<i>Axonopsella</i>	<i>Arrenurus</i>	<i>Aturus</i>		<i>Aturus</i>	<i>Lebertia</i>
3	<i>Atractidella</i>	<i>Clathrosperchon</i>	<i>Hydryphantes</i>	<i>Atractides</i>	<i>Eylais</i>		<i>Corticacarus</i>	<i>Sperchon</i>
4	<i>Atractides</i>	<i>Diamphidaxona</i>	<i>Hygrobates</i>	<i>Aturus</i>	<i>Feltria</i>		<i>Diamphidaxona</i>	
5	<i>Axonopsis</i>	<i>Hygrobates</i>	<i>Lebertia</i>	<i>Axonopsis</i>	<i>Hydryphantes</i>		<i>Feltria</i>	
6	<i>Centrolimnesia</i>	<i>Mideopsis</i>	<i>Limnesia</i>	<i>Clathrosperchon</i>	<i>Hygrobates</i>		<i>Hygrobates</i>	
7	<i>Clathrosperchon</i>	<i>Sperchon</i>	<i>Neomamersa</i>	<i>Corticacarus</i>	<i>Lebertia</i>		<i>Kongsberga</i>	
8	<i>Corticacarus</i>	<i>Torrenticola</i>	<i>Neumania</i>	<i>Hydryphantes</i>	<i>Limnesia</i>		<i>Lebertia</i>	
9	<i>Frontipodopsis</i>		<i>Rhyncholimnochaes</i>	<i>Hygrobates</i>	<i>Meramecia</i>		<i>Mideopsis</i>	
10	<i>Hydrachna</i>		<i>Sperchon</i>	<i>Lebertia</i>	<i>Piona</i>		<i>Neumania</i>	
11	<i>Hydrodroma</i>		<i>Torrenticola</i>	<i>Meramecia</i>	<i>Polyaxonopsella</i>		<i>Sperchon</i>	
12	<i>Hydryphantes</i>			<i>Mideopsis</i>	<i>Sperchon</i>		<i>Torrenticola</i>	
13	<i>Hygrobates</i>			<i>Protolimnesia</i>	<i>Stygalbiella</i>			
14	<i>Kawamuracarus</i>			<i>Rhyncholimnochaes</i>	<i>Torrenticola</i>			
15	<i>Koenikea</i>			<i>Sperchon</i>				
16	<i>Kongsbergia</i>			<i>Torrenticola</i>				
17	<i>Lebertia</i>							
18	<i>Limnesia</i>							
19	<i>Meramecia</i>							
20	<i>Mideopsis</i>							
21	<i>Monatractides</i>							
22	<i>Neaturus</i>							
23	<i>Neumania</i>							
24	<i>Omartacarus</i>							
25	<i>Paraschizobates</i>							
26	<i>Piona</i>							
27	<i>Recifella</i>							
28	<i>Rhyncholimnochaes</i>							
29	<i>Sperchon</i>							
30	<i>Torrenticola</i>							
31	<i>Tubophorella</i>							
32	<i>Unionicola</i>							

Gradientes de latitud

De un total de cinco intervalos definidos para el gradiente latitudinal de 0.5 grados (Cuadro 9), el que registró un mayor número de géneros fue el de 16-16.5 con un total de 29 géneros correspondientes a nueve localidades que caen dentro de cinco cuadros, el intervalo de 17.5-18 con 28 géneros correspondientes a tres localidades que caen dentro de dos cuadros fue el siguiente en número de géneros presentes, mientras que el intervalo 15.5-16 fue el que presentó un menor número con ocho géneros correspondientes a dos localidades que caen dentro de dos cuadros (Figura 5). Aunque, si tomamos en cuenta los promedios (número de géneros/número de cuadros), el intervalo latitudinal que registró mayor número de géneros fue el de 17.5-18 que corresponde a tres localidades (Río Santo Domingo, San Mateo Yetla y Camino San Juan Yagila), y el que presentó menor número de géneros fue el intervalo 15.5-16 que corresponde a dos localidades (Estero Santa Elena y El Alacrán) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Número de géneros por intervalos de latitud en cuadros de 0.5 grados.

Latitud	Número de géneros	Número de cuadros	Promedio por cuadros	Número de localidades	Promedio por localidades
18-17.5	28	2	14	3	9.333333333
17.5-17	18	3	6	9	2
17-16.5	18	4	4.5	5	3.6
16.5-16	29	5	5.8	9	3.222222222
16-15.5	8	2	4	2	4

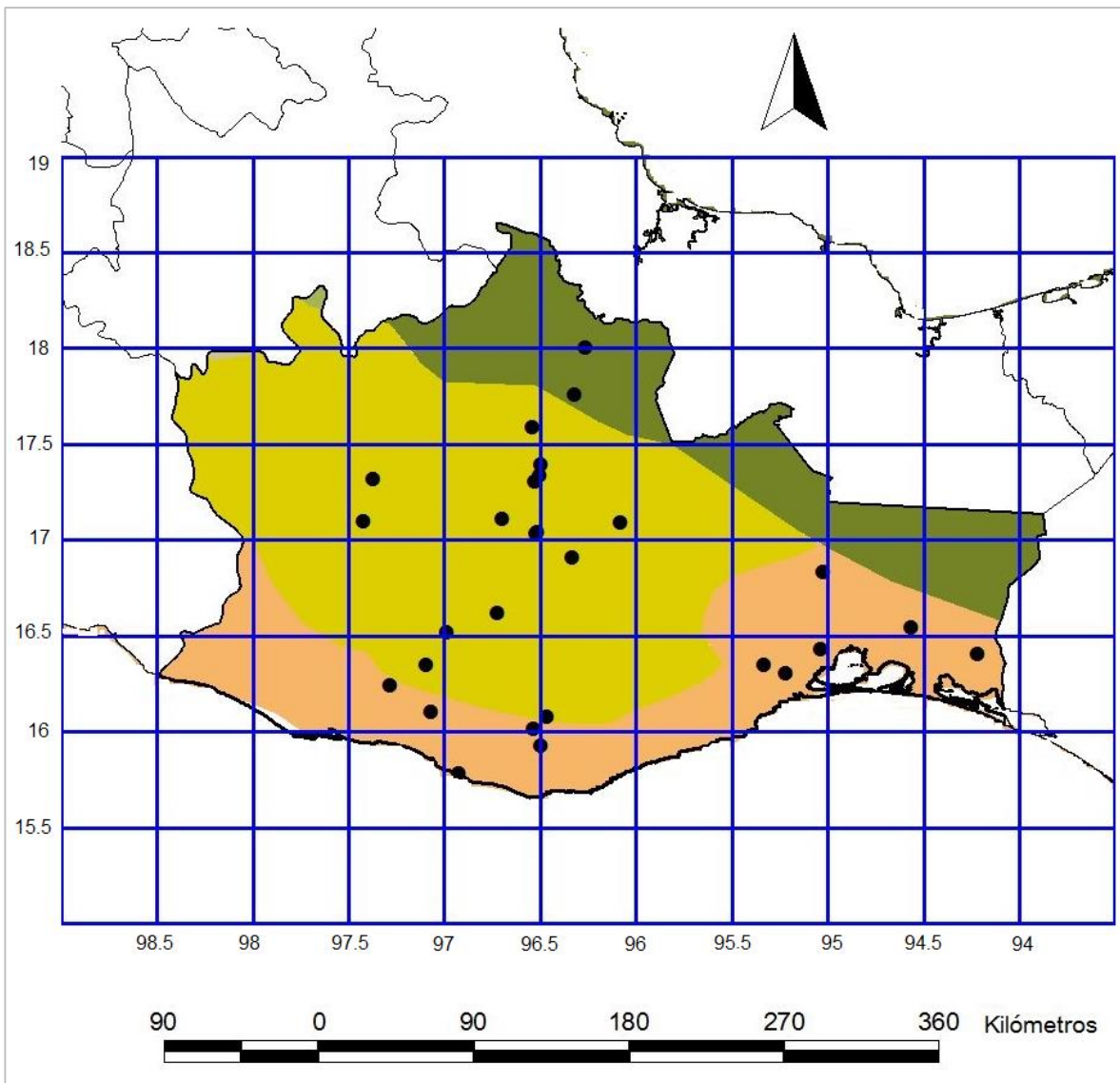


Figura 5. Distribución de localidades por gradilla de 0.5 grados de latitud-longitud.

DISCUSIÓN

El número actual de especies de ácaros acuáticos en el mundo, al igual que sucede con varios otros grupos de microartrópodos, está subestimado. Di Sabatino *et al.*, (2008) mencionan que las regiones mejor investigadas son: en tercer lugar, la región Neártica con 1 025 especies registradas; en segundo lugar, la región Neotropical con 1 305 especies; y en primer lugar, la región Paleártica con 1 642, un área tradicionalmente mejor investigada. Sin embargo, a pesar de que la región Neotropical ha sido una de las mejores estudiadas, aún falta mucho por investigar para alcanzar a describir el número de especies que realmente se tiene, ya que en gran parte de la región, como es el caso de México y particularmente en el estado de Oaxaca, es poco el esfuerzo de muestreo que se ha hecho.

Para poder explicar la baja riqueza de especies del taxón Acari en México respecto a otros grupos de animales es necesario considerar varios factores. Los estudios sobre ácaros así como varios grupos de microartrópodos, al ser organismos muy pequeños representan dificultades metodológicas tanto en la recolecta, en el montaje y en la identificación taxonómica, resultando en una gran inversión de tiempo en el trabajo faunístico taxonómico. Además de la dificultad que implica identificar los estadios larvales y ninfales, descartándolos y provocando que la riqueza global de estos sea subestimada. Aunado a esto, el número de acarólogos en nuestro país es reducido si se compara con el de entomólogos, por citar un ejemplo (Pérez *et al.*, 2014).

En esta tesis los ácaros se determinaron a nivel de género, partiendo de la hipótesis de que a este nivel se cumple una suficiencia taxonómica (ST) adecuada. Este concepto plantea que se puede determinar una resolución taxonómica suficiente, menor a la específica, sin perder información relevante (Marrero-Cruz, 2012). Además, permite obtener la información necesaria para alcanzar los objetivos planteados en el estudio a realizar ahorrando esfuerzo-tiempo (Garmendia *et al.*, 2007).

Dicha hipótesis lo podemos corroborar, ya que para el estado de Oaxaca el número de géneros aumento un 55.55%, además, esto fue suficiente para poder analizar la distribución biogeográfica de dichos géneros.

El patrón geográfico de la riqueza de especies de los grandes grupos de flora y fauna de México muestra una mayor concentración de especies hacia las áreas de mayor complejidad geológica y ecológica., por lo tanto las cordilleras y sus áreas vecinas contienen la mayor densidad de especies, en especial, las cordilleras al sur del Trópico de Cáncer constituyen un gran nodo donde convergen las floras y faunas de los más diversos linajes, procedentes de la Faja Volcánica Transmexicana, la Sierra Madre del Sur, Sierra Madre Oriental, Sierra Norte de Oaxaca, las Sierras Transitsmicas, el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, la Depresión del Balsas y las Vertientes Costeras del Pacífico Sur y del Golfo de México (Espinosa *et al.*, 2008).

En base a lo anterior, podemos comprobar que las cordilleras del Trópico de Cáncer son áreas que contienen mayor densidad de especies, no solo de grandes grupos de flora y fauna, sino también de ácaros, ya que la distribución de los géneros tuvo una mayor densidad en la provincia Tierras Bajas del Pacífico, en donde se registraron 11 localidades (Figura 1).

Diversidad por provincias biogeográficas

Con respecto a las provincias biogeográficas, la provincia con mayor número de géneros es la denominada Tierras Bajas del Pacífico, en tanto que la provincia Veracruzana y Sierra Madre del Sur son las que presentan menos géneros (Figura 1). Esto se debe, en parte, al aporte que hicieron Cook (1974; 1980) y Otero-Colina (1987), en cuanto a descripción de nuevos taxa para el estado de Oaxaca, ya que la mayoría de éstos correspondieron a localidades situadas en las costas del Pacífico.

El hecho de que la provincia de Tierras Bajas del Pacífico tenga una mayor riqueza de géneros, puede deberse también a que se trata de una franja angosta de planicie costera interrumpida varias veces por la proyección hacia la costa de sistemas montañosos como

la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur (Espinosa *et al.*, 2008). En general, se ha observado que las especies distribuidas en bajas altitudes y cerca de las costas de México poseen mayor afinidad neotropical, y que el componente de las especies endémicas es mayor sobre las áreas del Pacífico (Morrone y Márquez, 2008).

Diversidad en las cuencas hidrológicas

En cuanto a las cuencas hidrológicas, la distribución de los géneros no es homogénea. Se encontró una riqueza baja en las cuencas Río Coatzacoalcos y Río Tehuantepec, esto puede deberse a que dentro de estas cuencas solo hubo una localidad muestreada respectivamente. Sin embargo, a pesar de que las cuencas Mar Muerto y Río Colotepec también tienen una sola localidad presentaron más géneros. Por otra parte la cuenca Río Papaloapan presentó el mayor registro, probablemente por tener la mayor extensión de área respecto a las otras cuencas hidrológicas (Cuadro 5). Además, la cuenca del Río Papaloapan está en gran parte influenciada por la Sierra Norte de Oaxaca, donde confluyen las cadenas montañosas de la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre del Sur, asimismo el gradiente altitudinal de esta región es uno de los mayores del país, incluyendo altitudes que van desde los 60 msnm hasta los 3400 msnm (Pérez, 2008).

Diversidad por ecorregiones

En lo que se refiere a las ecorregiones, donde hubo una mayor diversidad de géneros de ácaros acuáticos fue en la de las Selvas cálido-húmedas, debido en parte a que dentro de ésta se encuentra la cuenca del Río Papaloapan (Cuadro 6).

Otra posible explicación a la diversidad encontrada es que las selvas cálido-húmedas forman parte del sistema montañoso del norte del estado, y en este tipo de ambientes, la cobertura del terreno tiene una importante influencia en el meso y microclima, el recurso hídrico y la diversidad y la abundancia de las especies terrestres (Bocco *et al.*, 1999). En el norte de Oaxaca, se encuentra una topografía muy accidentada con pocas interrupciones

de terrenos planos o de pendiente suave y dentro de la cual se encuentra la Sierra Juárez (Rzedowski, 2006).

La Sierra Juárez forma parte de las selvas cálido-húmedas, ha sido clasificada como uno de los sitios de mayor importancia para la conservación de la diversidad biológica, también llamados hotspots, en el mundo (Pérez, 2008). La gran diversidad de formas de vida se debe a la presencia del gradiente altitudinal de vegetación húmeda mejor conservado y más amplio del país. Otra condición que incide en la diversidad de la Sierra Juárez es su ubicación como parteaguas de las vertientes del océano Pacífico y del Golfo de México (Pérez, 2008). Estas áreas cuentan con una concentración excepcional de especies con altos niveles de endemismo y enfrentan una importante amenaza de destrucción (Myers, 1990).

Diversidad con relación a la altitud y latitud

Una aproximación del estudio de la biodiversidad, en relación con el espacio, se logra mediante la simple delimitación del área de las especies, es decir, de su distribución geográfica. Una técnica que frecuentemente se ha utilizado, es el simple conteo de las especies presentes en el territorio dividido en cuadrantes de diferentes tamaños (Toledo, 1994).

La creciente disponibilidad de alta resolución del clima y de datos de cobertura de suelo, los estudios que utilizan datos de mapas de distribución se están llevando a cabo cada vez a resoluciones más finas. Los patrones de riqueza son dependientes de la escala, siendo algunas variables mejores predictores de la riqueza en una escala y otras variables a otras escalas (Hurlbert y Jetz, 2007).

El incremento local de la riqueza de especies en comunidades tropicales, y la disminución progresiva de la biodiversidad a medida que se procede desde el ecuador hacia los polos (*i.e.*, gradiente latitudinal en la riqueza de especies) quizás es uno de los patrones mejor documentados y más intrigantes en biogeografía. Sin embargo, el patrón no es universal,

ya que algunos taxa presentan valores de diversidad máximos en latitudes intermedias (Ruggiero 2001). En este estudio por ejemplo, la latitud en la que se encontró la mayor diversidad de géneros fue en el gradiente 16-16.5 con 29 géneros distribuidos en nueve localidades, el cual se encuentra cercano al ecuador y el gradiente 17.5-18 con 28 géneros distribuidos en tres localidades el cual se encuentra en latitudes intermedias, es decir, más alejado del ecuador, mientras que la menor diversidad de géneros se presentó en el gradiente 15.5-16 con ocho géneros distribuidos en dos localidades (Cuadro 9), a pesar de estar más cercano al ecuador, esta baja diversidad puede deberse al efecto del esfuerzo de muestreo, dado que en los gradientes latitudinales con mayor número de géneros presentan más localidades muestreadas.

Por lo que se refiere a la altitud, se encontró que dentro del intervalo 1-325 msnm existe la mayor diversidad de géneros (32), posiblemente esto se debe a que en éste intervalo hubo más localidades muestreadas (nueve) que en los demás intervalos; además, la mayoría de estas están ubicadas dentro de las Tierras Bajas del Pacífico, una provincia biodiversa como se discutió anteriormente. Sin embargo, tomando en cuenta el número de localidades muestreadas, el intervalo de altitud 325-650 msnm registra la mayor diversidad con ocho géneros en una sola localidad, y en el intervalo 1950-2275 msnm se encontró la menor diversidad de géneros (uno) y sólo registró una localidad muestreada (Cuadro 7).

La biodiversidad, la variedad de la vida, se distribuye heterogéneamente a través de la Tierra. Es bien conocido que la zona intertropical alberga la mayor biodiversidad del mundo para casi todos los grupos de organismos, y contribuye de forma muy importante a la riqueza biológica del planeta (Gastón, 2000).

Una gran cantidad de patrones globales de la variación espacial de la biodiversidad ha sido explorada. Esto incluye los patrones de puntos calientes y puntos fríos (altos y bajos) de la diversidad (incluyendo comparaciones entre los reinos biológicos y entre las regiones biogeográficas), la variación con la escala espacial (*e. g.*, las relaciones especies-área y relaciones entre riqueza local y regional) y a lo largo de gradientes a través del espacio o

condiciones ambientales (*e. g.*, latitud, longitud, altitud, profundidad, penínsulas, bahías, el aislamiento, la productividad/energía y la aridez) (Gastón, 2000).

Distribución geográfica de los taxones

Respecto a la distribución de los ácaros, el género más abundante fue *Sperchon* (Sperchontidae), se encontró distribuido en 20 localidades dentro de las tres provincias biogeográficas siendo más recurrente dentro de la Sierra Madre del Sur (Figura 43), una zona que constituye un gran nodo donde convergen la Sierra Madre Oriental, la Faja Volcánica Transmexicana y la Cuenca del Balsas (Morrone, 2006). Asimismo, este género se presentó en todos los intervalos de altitud (Cuadro 8) y en cinco de las ocho cuencas hidrológicas (Cuadro 5).

El género *Sperchon* está ampliamente distribuido en la región Holártica, Oriental y Etiópica se extiende a México, Brasil, Chile, Bolivia y Argentina (Cook, 1974; Rosso y Fernández, 2005), actualmente es desconocido de la región Australiana (cuadro 10). Este género se puede encontrar en muchos tipos de ambientes acuáticos, incluyendo ambientes lóticos e intersticiales (Cook, 1974).

El segundo género más abundante fue *Atractides* (Hygrobatidae), se encontró distribuido en 14 localidades dentro de las provincias biogeográficas Veracruzana, Sierra Madre del Sur y Tierras Bajas del Pacífico (Figura 10). En relación a las cuencas hidrológicas, *Atractides* fue el género más abundante, encontrándose distribuido en siete de ellas (Cuadro 5). Además, se registró en seis de los nueve intervalos de altitud (Cuadro 8).

El género *Atractides* está ampliamente distribuido, pero aparentemente ausente en la región Australiana (Cuadro 10). En cuanto a su hábitat, los podemos encontrar tanto en aguas estancadas, en la superficie y en ambientes intersticiales, aunque es más común encontrarlos en corrientes de agua (Cook, 1974).

El tercer género más abundante fue *Hygrobates* (Hygrobatidae), se encontró distribuido en 13 localidades dentro de las tres provincias biogeográficas. En las provincias Sierra

Madre del Sur y Tierras Bajas del Pacífico la distribución de este género fue casi igual, aunque se encontraron más individuos en la segunda (Figura 24). *Hygrobat* fue el segundo género más abundante, tanto en las cuencas hidrológicas (Cuadro 5) como en los intervalos de altitud (Cuadro 8), se encontró en cinco cuencas y en siete intervalos de altitud. Este género se encuentra distribuido en todo el mundo a excepción de la región Australiana (Cuadro 10). Se encuentran en ambientes de agua dulce estancada como en corrientes de agua (Cook, 1974; Rosso y Fernández, 2005).

Torrenticola (Torrenticolidae) fue el cuarto género más abundante, se encontró en 12 localidades dentro de las tres provincias biogeográficas, siendo más frecuente en la Sierra Madre del Sur (Figura 45). Se presentó en cinco cuencas hidrológicas y en seis intervalos de altitud. La distribución de este género es mundial. En cuanto a su hábitat, abundan en arroyos, incluyendo ambientes intersticiales. Pocas especies se encuentran en lagos (Cook, 1974).

Los géneros medianamente frecuentes fueron: *Arrenurus* (Arrenuridae), *Clathrosporon* (Rhynchohydracaridae), *Corticacarus* (Hygrobatidae), *Hydryphantes* (Hydryphantidae), *Koenikea* (Unionicolidae), *Lebertia* (Lebertidae), y *Limnesia* (Limnesiidae) (Figuras. 8, 15, 16, 23, 26, 28 y 29 respectivamente).

Arrenurus tiene una distribución cosmopolita, excepto la Antártica. Se encuentran en la mayoría de los hábitats de agua dulce, excepto en fuentes termales. *Clathrosporon* está distribuido en Sudamérica (Brasil, Colombia, Venezuela, Argentina, Uruguay, Paraguay y Selvas de los Andes orientales)(Rosso y Fernández, 2005), porción tropical de México y América del Norte, se encuentran en la superficie y ambientes intersticiales de arroyos; *Corticacarus* tiene una distribución principalmente Neotropical y habita particularmente en arroyos; el género *Hydryphantes* se encuentra distribuido en todos los continentes, excepto Antártica y es más común en estanques temporales y permanentes, pero algunas especies se encuentran también en lagos y arroyos lentos (Cook, 1974).

Cuadro 10. Géneros de Hydrachnidae identificados para Oaxaca y su afinidad biogeográfica según Cook (1974).

Géneros	Afinidad biogeográfica
<i>Albia</i>	Cosmopolita, excepto África
<i>Arenohydracarus</i>	Sur de los Estados Unidos y México (Oaxaca y Guerrero)
<i>Arrenurus</i>	Cosmopolita, excepto en la Antártica
<i>Atractidella</i>	Neotropical
<i>Atractides</i>	Cosmopolita, excepto desde el Sur de América y la región australiana
<i>Aturus</i>	Holártica
<i>Axonopsis</i>	Cosmopolita, excepto en la región Australiana y sur de América
<i>Axonopsella</i>	Brasil, Chile, Estados Unidos
<i>Centrolimnesia</i>	Neotropical
<i>Clathrosperchon</i>	Sudamérica, México y Norte de América
<i>Corticacarus</i>	Neotropical
<i>Diamphidaxona</i>	Estados Unidos y México (Chiapas)
<i>Eylais</i>	Cosmopolita
<i>Feltria</i>	Holártica
<i>Frontipodopsis</i>	Cosmopolita
<i>Hydrachna</i>	Cosmopolita
<i>Hydrodroma</i>	Cosmopolita, excepto Antártica
<i>Hydryphantes</i>	Cosmopolita, excepto la Antártida y Nueva Zelanda
<i>Hygrobates</i>	Cosmopolita, excepto la región Australiana.
<i>Kawamuracarus</i>	Europa, Estados Unidos, México y Asia
<i>Koenikea</i>	Neotropical
<i>Kongsbergia</i>	Holártica
<i>Lebertia</i>	Holártica
<i>Limnesia</i>	Casi cosmopolita
<i>Meramecia</i>	Estados Unidos y porción tropical de México
<i>Mideopsis</i>	Holártica
<i>Monatractides</i>	Cosmopolita, excepto la región Australiana
<i>Neoaturus</i>	Sudamérica y México
<i>Neomamersa</i>	Estados Unidos, México y Colombia
<i>Neumania</i>	Cosmopolita, excepto Australia
<i>Omartacarus</i>	Estados Unidos y México
<i>Paraschizobates</i>	Brasil, Surinam y Paraguay
<i>Piona</i>	Holártica
<i>Polyaxonopsella</i>	Brasil y Colombia
<i>Protolimnesia</i>	Perú y Argentina
<i>Recifella</i>	Sudamérica y porción tropical de México.
<i>Rhyncholimnochaes</i>	Norte y sur de América y Australia
<i>Sperchon</i>	Holártica, región oriental y etiópica. Se extiende en sur de América.
<i>Stygalbiella</i>	Norteamérica
<i>Torrenticola</i>	Cosmopolita
<i>Tubophorella</i>	América Central
<i>Unionicola</i>	Cosmopolita

El género *Koenikea* es predominantemente un grupo Neotropical, se encuentran en muchos tipos de aguas permanentes. *Lebertia* está ampliamente distribuido en la región Holártica, aunque también se conoce en África e India; en cuanto a su hábitat, pocas especies se encuentran en lagos, pero muchas especies son residentes de arroyos. El género *Limnesia* es prácticamente cosmopolita, y se encuentra en muchos ambientes de agua dulce (Cook, 1974; Rosso y Fernández, 2005).

Los géneros raros, es decir, que solo se presentaron en una localidad, son: *Centrolimnesia*, *Kawamuracarus*, *Neomamersa*, *Protolimnesia* y *Tubophorella* de la familia Limnesiidae (Figura 14, 25, 34, 40 y 46 respectivamente); *Albia*, *Frontipodopsis*, *Neoaturus*, *Polyaxonopsella* y *Stygalbiella* de la familia Aturidae (Figura 6, 20, 33, 39 y 44 respectivamente); *Arenohydracarus* (Arenohydracaridae), *Eylais* (Eylaidae), *Monatractides* (Torrenticolidae), *Omartacarus* (Omartacaridae), *Paraschizobates* (Hygrobatidae), *Unionicola* (Unionicolidae) (Figura 7, 18, 32, 36, 37 y 47 respectivamente).

Albia se distribuye en Europa, Norteamérica, Sudamérica (Brasil, Argentina, Uruguay, Paraguay), en partes de África y Asia; se encuentran en aguas estancadas permanentes, en la superficie y aguas intersticiales de arroyos. *Arenohydracarus* se encuentra distribuido desde el sureste de los Estados Unidos (Nuevo México) y México (los estados de Oaxaca y Guerrero), habitando aguas intersticiales de arroyos (Bănărescu, 1990; Cook, 1974; Rosso y Fernández, 2005).

Centrolimnesia tiene una distribución primariamente Neotropical, pero se extiende en el límite sur de la región Neártica (México y Florida). *Eylais* tiene una distribución cosmopolita, se encuentra comúnmente en estanques temporales y permanentes, pero ocasionalmente se encuentran en lagos. *Frontipodopsis* tiene una distribución amplia, en Europa, occidente de los Estados Unidos, México, Sudamérica, occidente de India y Japón. La mayoría de las especies se encuentran en aguas intersticiales, pero las especies de Sudamérica se encuentran tanto en ambientes lénticos como lóticos (Cook, 1974; Rosso y Fernández, 2005).

Kawamuracarus se distribuye en Europa, Estados Unidos, México y Asia, se encuentran en ambientes intersticiales de los ríos. *Monatractides* está ampliamente distribuido, sin embargo no se cita en América del Sur; son abundantes en ríos, pocas especies se encuentran en lagos. *Neotaurus* se encuentra en Sudamérica (Brasil, Argentina, Uruguay, Selvas de los Andes, Surinam y Colombia), México (Chiapas, Oaxaca y Veracruz). *Neomamersa* se distribuye en los Estados Unidos, trópico de México, Colombia, Argentina, Chile, Venezuela. *Omartacarus* se encuentra distribuido en los Estados Unidos (Missouri, Oklahoma, Nuevo México, California), México, Chile, Argentina y Selva de los Andes, estos géneros generalmente se encuentran en ambientes intersticiales de los ríos. (Cook, 1974; Rosso y Fernández, 2005).

Paraschizobates se encuentra distribuido en Brasil, Surinam y Paraguay; *Polyaxonopsella* se distribuye en los ríos de Brasil y Colombia; *Protolimnesia* está distribuido en Perú y Argentina; *Stygaldiella* se distribuye en el occidente de Norte América (Arizona y California) y Sudamérica (Selvas de los Andes orientales). Estos cuatro géneros en general habitan en los ambientes intersticiales de los ríos. *Tubophorella* se encuentra distribuido en América Central y el género *Unionicola* se distribuye en muchas partes del mundo, estos dos géneros habitan en estanques y corrientes de agua, pero raramente en ríos que fluyen rápidamente (Cook, 1974; Bănărescu, 1990; Rosso y Fernández, 2005).

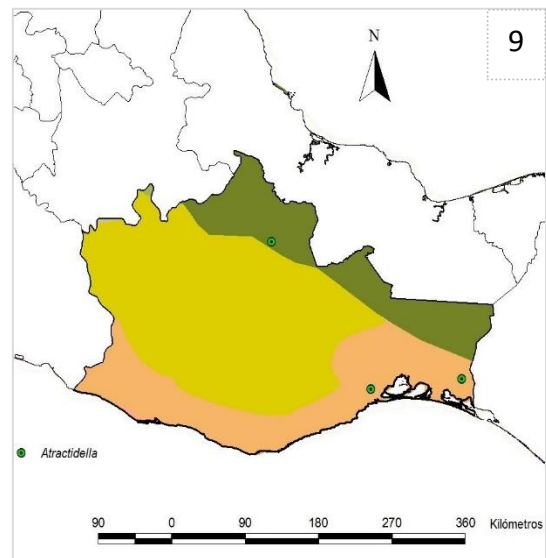
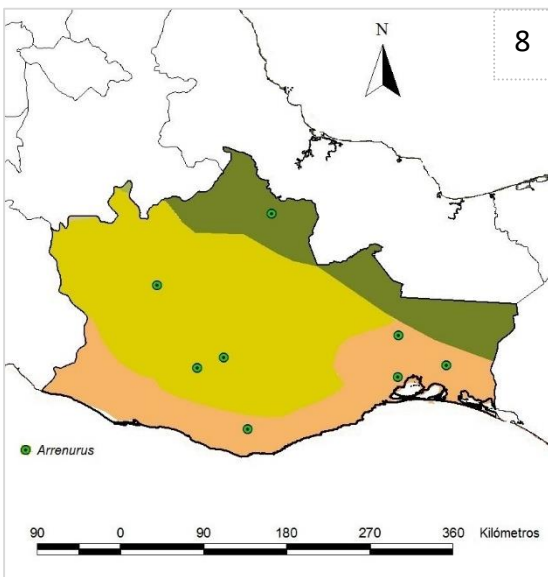
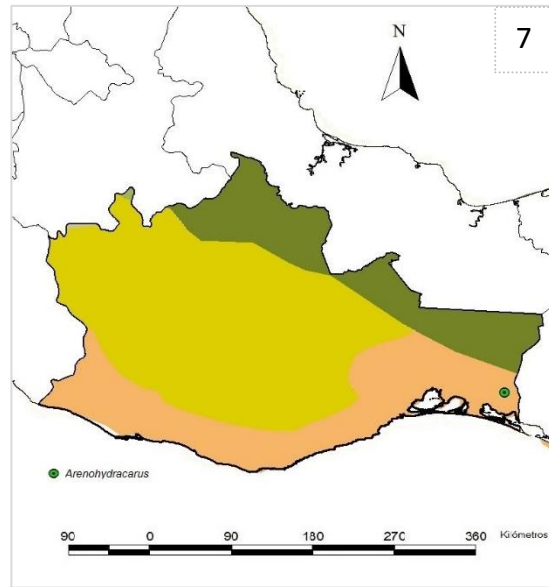
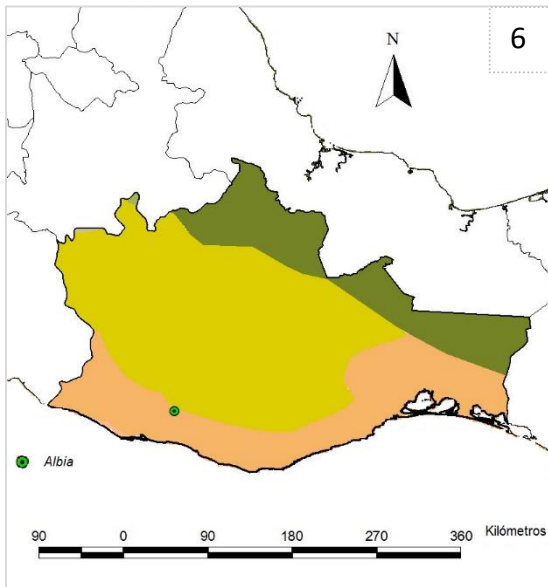
Los géneros de ácaros acuáticos encontrados para el estado de Oaxaca exhiben prácticamente todos los patrones de distribución geográfica, desde los cosmopolitas hasta los que tienen un intervalo restringido, esto refleja que dentro de Oaxaca se tiene un conjunto de escenarios complejos que influyen en la diversidad taxonómica de los ácaros acuáticos. Este hecho se corrobora no solo por ser un nodo o un hotspot, sino también por la alta diversidad que presentan la cuenca hidrológica del río Papaloapan y la provincia biogeográfica de las Tierras Bajas del Pacífico. Sin embargo, aún es necesario el profundizar más en el conocimiento de este grupo y desde luego conformar los inventarios respectivos a nivel de especie, para lo cual los resultados aquí obtenidos constituyen un punto de partida.

CONCLUSIONES

1. Se encontraron e identificaron 35 géneros de ácaros acuáticos distribuidos en 20 localidades previamente sin registros de ácaros, del estado de Oaxaca.
2. Se aumentó el número de género de ácaros acuáticos a un total de 42 incluidos en 19 familias con nuevos registros de localidades.
3. Se registran por primera vez para el estado de Oaxaca los géneros *Albia*, *Aturus*, *Axonopsella*, *Centrolimnesia*, *Diamphidaxona*, *Eylais*, *Frontipodopsis*, *Lebertia*, *Mideopsis*, *Neomamersa*, *Omartacarus*, *Protolimnesia*, *Rhyncholimnochaes*, *Stygalbiella* y *Tubophorella*.
4. Las familias con nuevos registros para el estado son: *Eylaidae*, *Limnocharidae*, *Lebertiidae*, *Omartacaridae* y *Mideopsidae*.
5. El género más abundante y con mayor distribución fue *Sperchon*, seguido de *Atractides*, *Hygrobates* y *Torrenticola* pues se presentaron en la mayoría de las localidades, cuencas hidrológicas y provincias biogeográficas.
6. Las localidades que registraron la mayor diversidad de ácaros fueron Río Tapanatepec, Río Santo Domingo y San Mateo Yetla.
7. La provincia biogeográfica con mayor diversidad de ácaros fue Tierras Bajas del Pacífico.
8. Río Papaloapan fue la cuenca con la mayor diversidad de ácaros, siguiendo Río Atoyac-B y Mar Muerto. En contraste, Río Tehuantepec registró la menor diversidad de géneros.
9. La ecorregión que presentó la mayor diversidad de ácaros fue Selvas cálido-húmedas.

10. De los nueve intervalos altitudinales, el intervalo 1-325 msnm presentó la mayor diversidad de géneros, por el contrario, el intervalo 1950-2275 msnm obtuvo la menor diversidad.
11. Con base en la gradilla de 0.5 grados, el intervalo latitudinal 16-16.5 registró la mayor diversidad de géneros, siguiendo el intervalo 17.5-18, por el contrario, el intervalo 15.5-16, más cercano al ecuador, registró la menor diversidad.

ANEXO



Figuras 6-9. Distribución de los géneros *Albia*, *Arenohydracarus*, *Arrenurus* y *Atractidella* en las provincias biogeográficas del estado de Oaxaca.

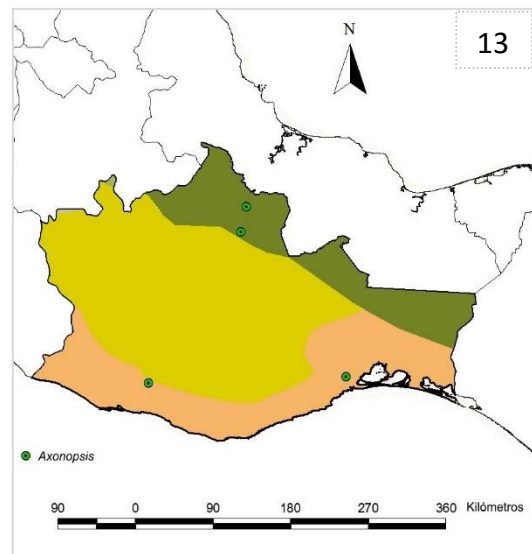
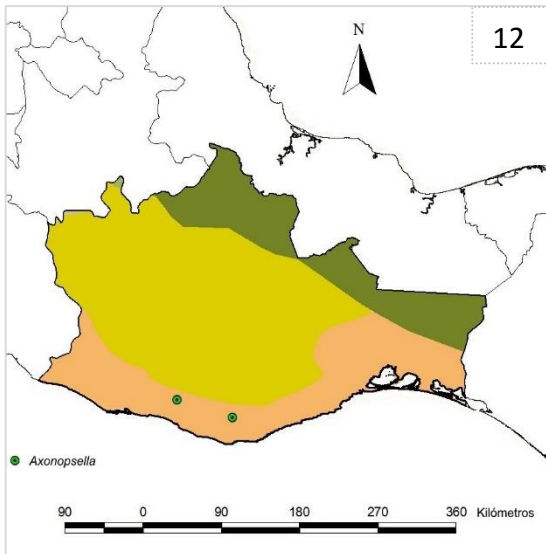
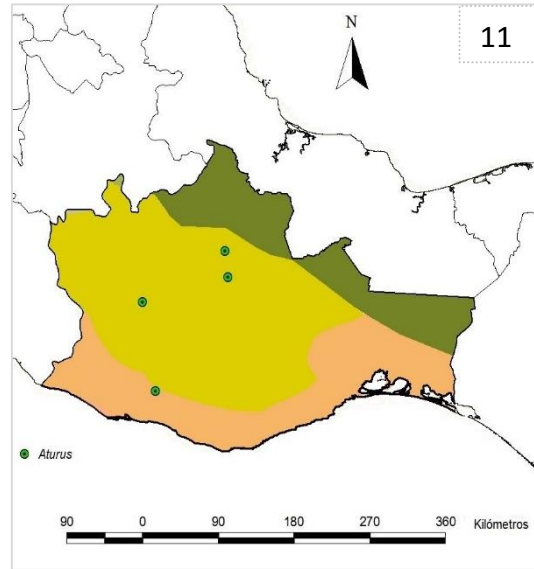
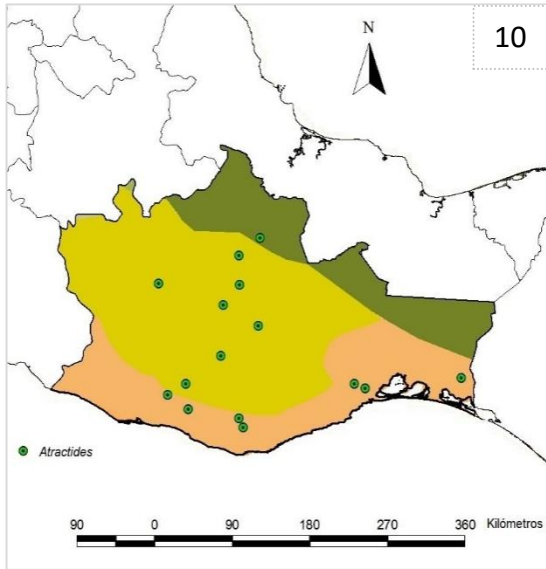


Figura 10-13. Distribución de los géneros *Atractides*, *Aturus*, *Axonopsella* y *Axonopsis* en las provincias biogeográficas del estado de Oaxaca.

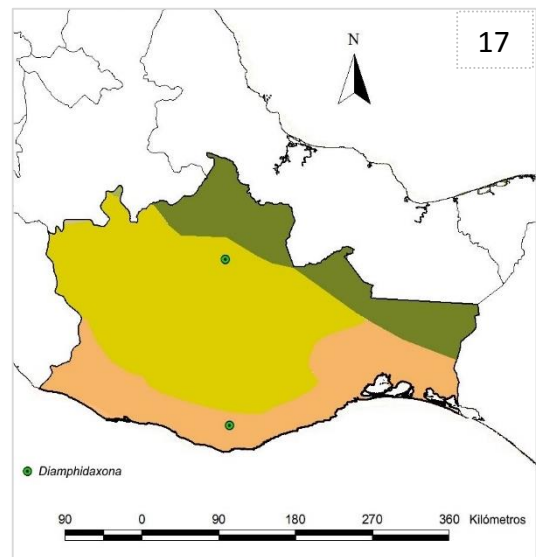
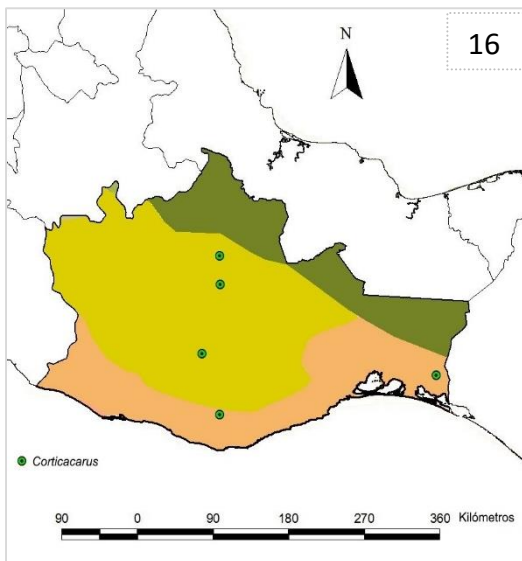
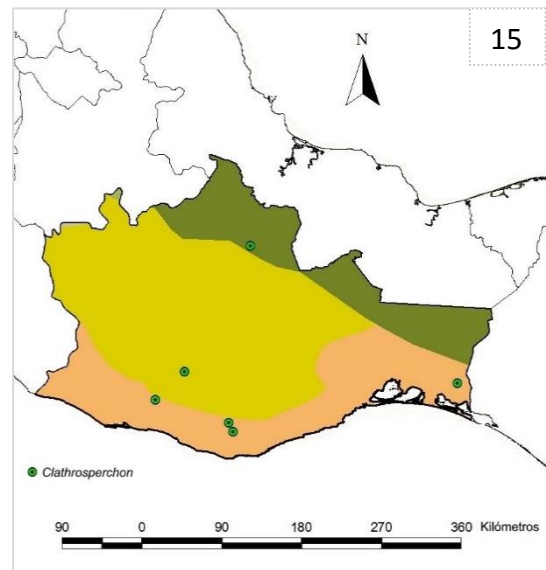
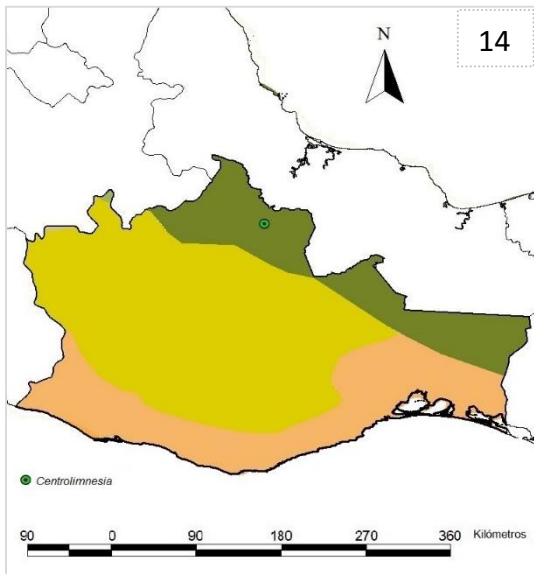


Figura 14-17. Distribución de los géneros *Centrolimnesia*, *Clathrosperchon*, *Corticacarus* y *Diamphidaxona* en las provincias biogeográficas del estado de Oaxaca.

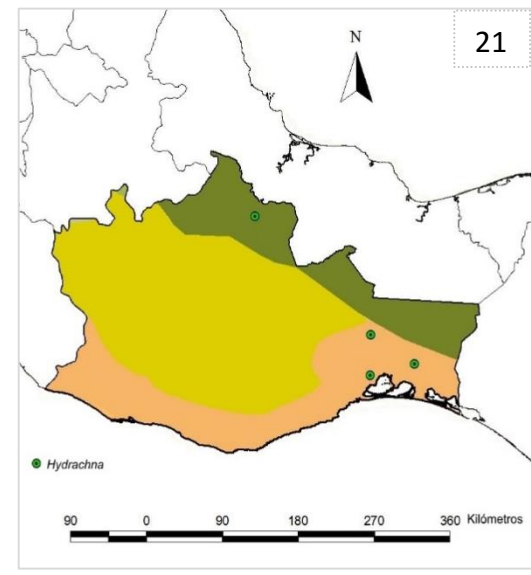
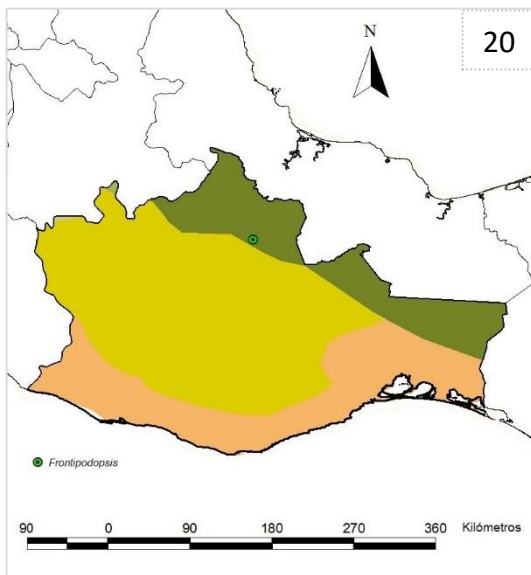
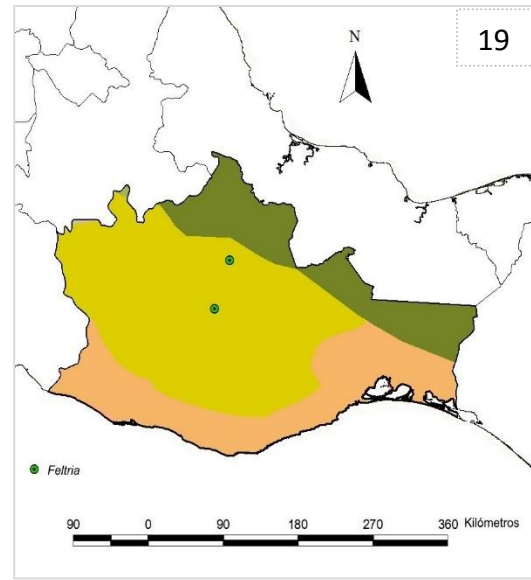
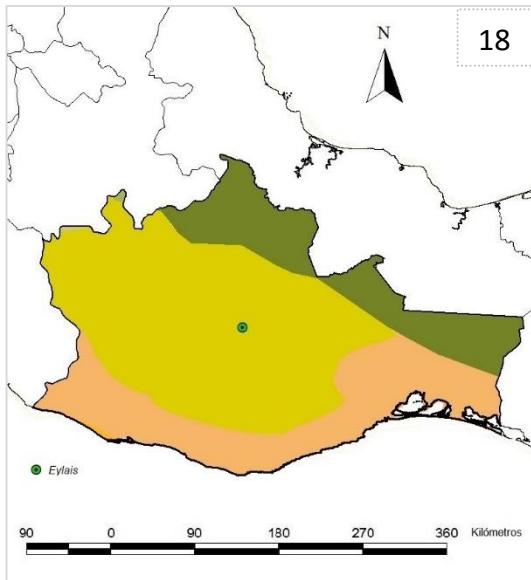


Figura 18-21. Distribución de los géneros *Eylais*, *Feltria*, *Frontipodopsis* e *Hydrachna* en las provincias biogeográficas del estado de Oaxaca.

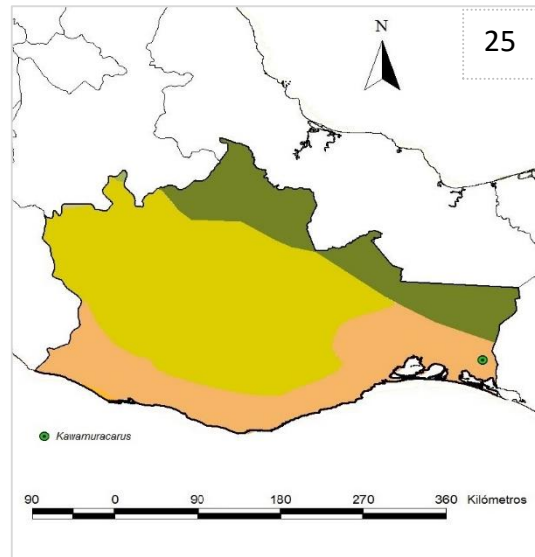
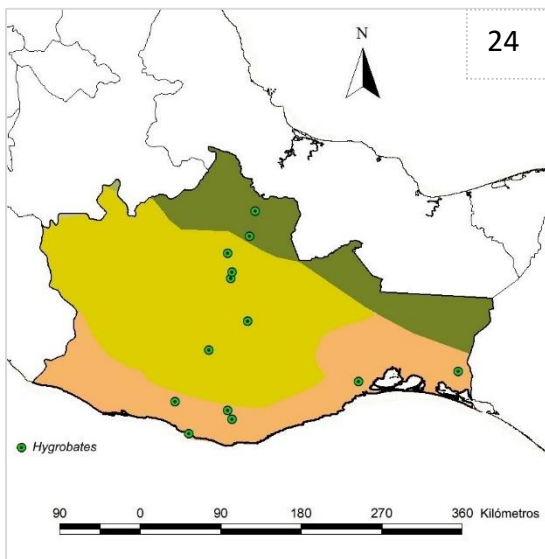
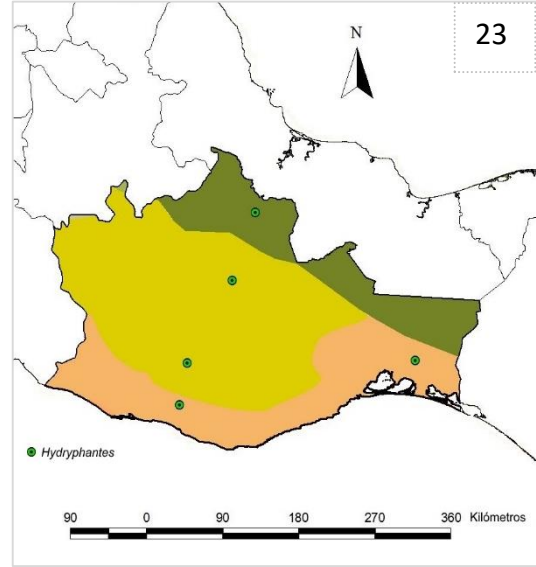
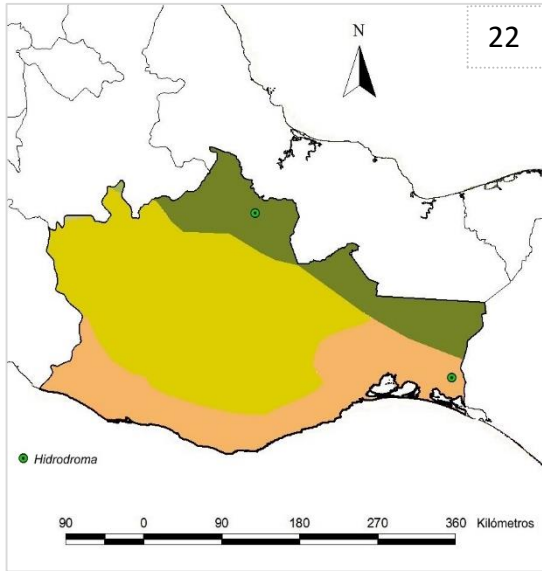


Figura 22-25. Distribución de los géneros *Hydrodroma*, *Hydryphantes*, *Hygrobatas* y *Kawamuracarus* en las provincias biogeográficas del estado de Oaxaca.

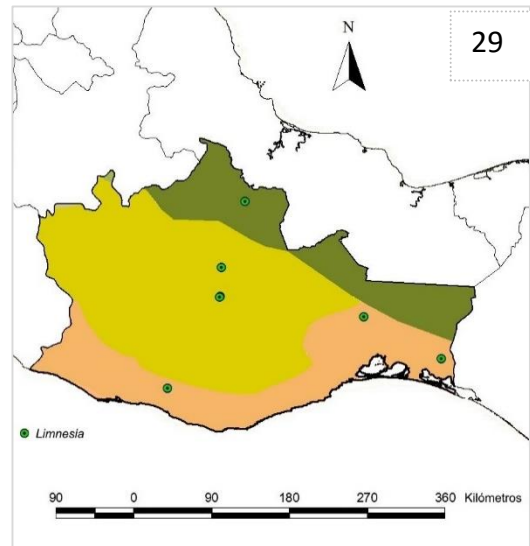
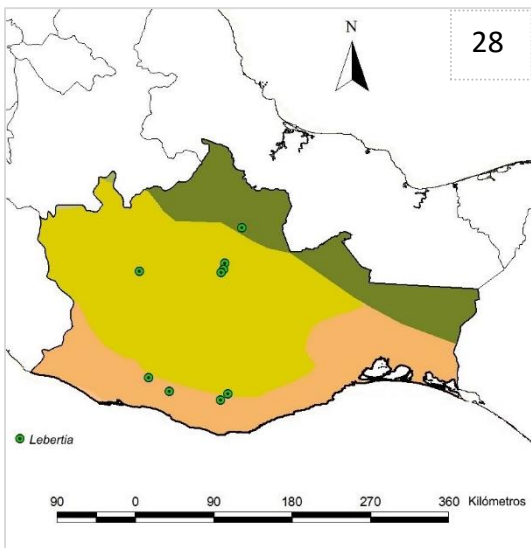
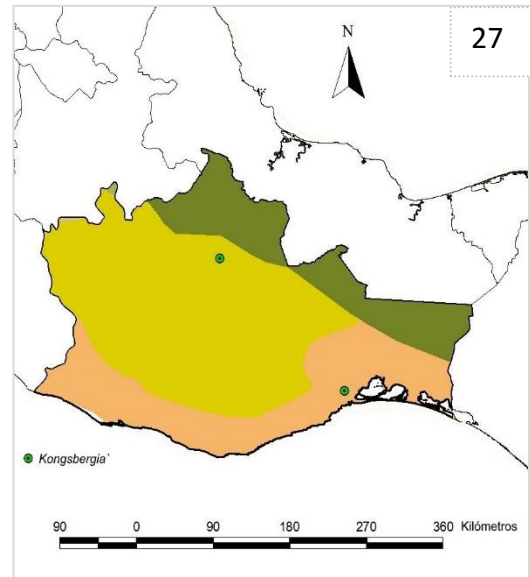
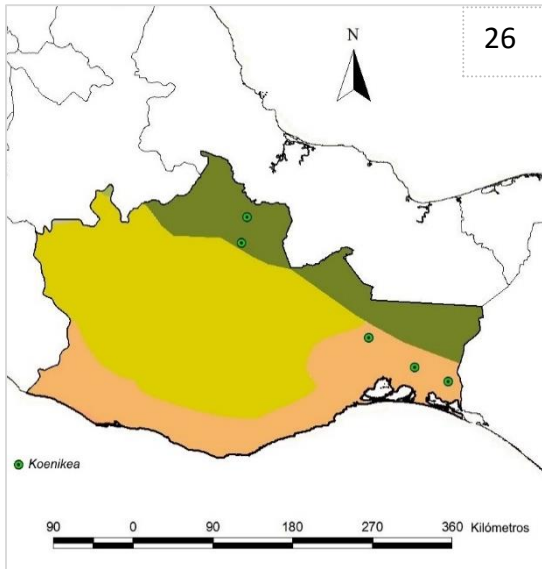


Figura 26-29. Distribución de los géneros *Koenikea*, *Kongsbergia*, *Lebertia* y *Limnesia* en las provincias biogeográficas del estado de Oaxaca.

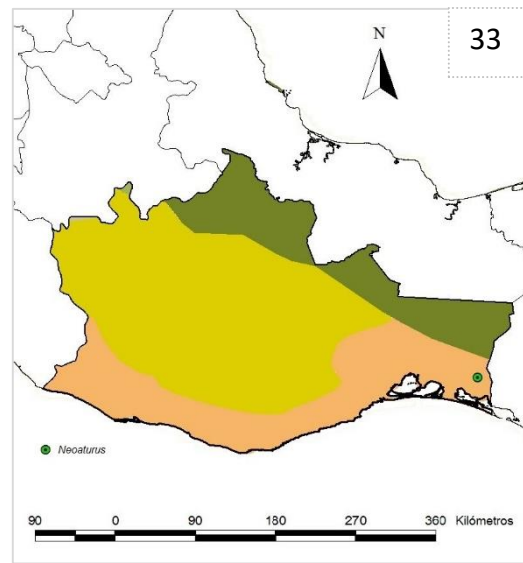
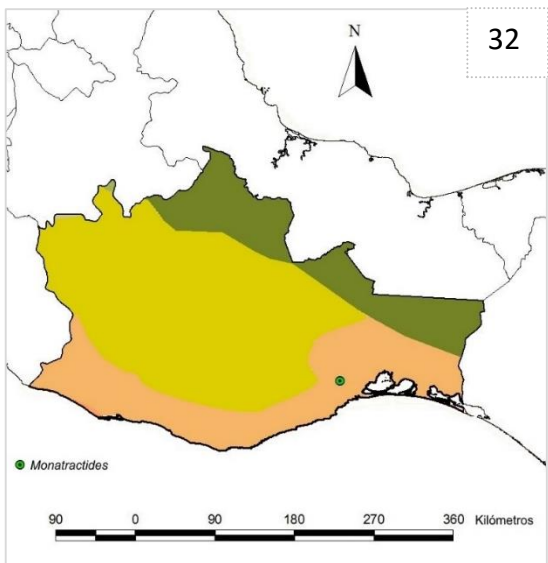
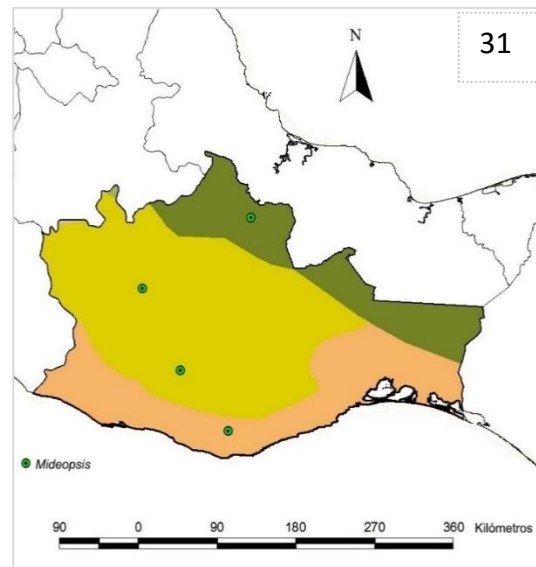
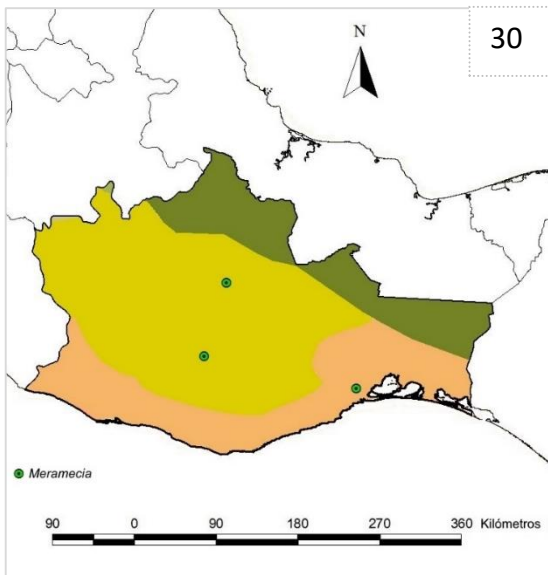


Figura 30-33. Distribución de los géneros *Meramecia*, *Mideopsis*, *Monatractides* y *Neoaturus* en las provincias biogeográficas del estado de Oaxaca.

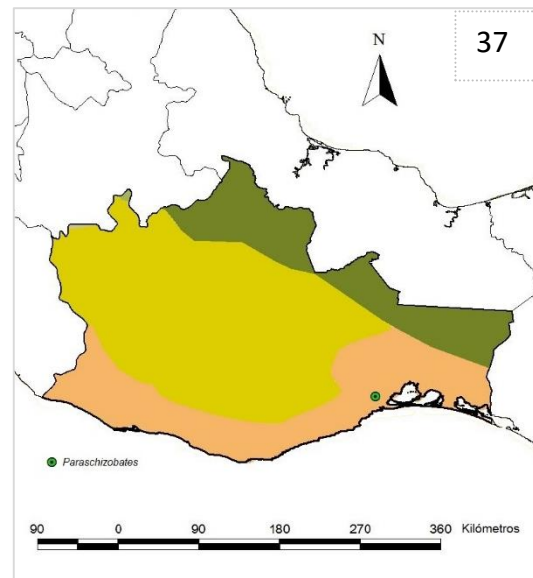
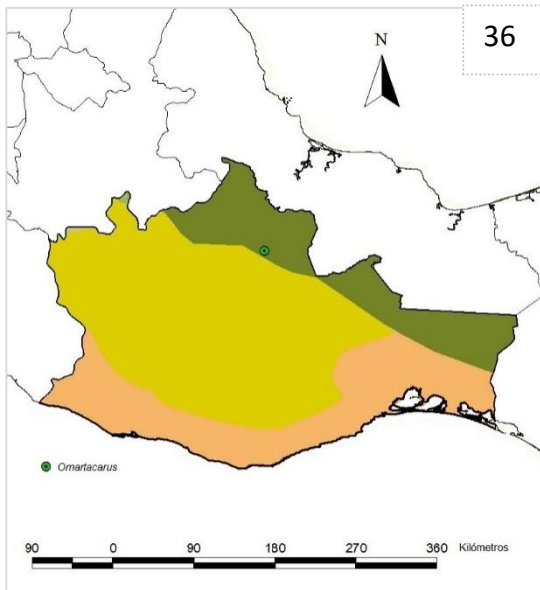
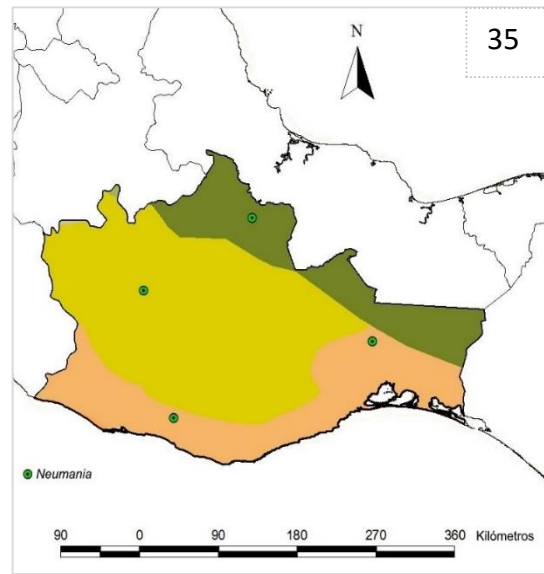
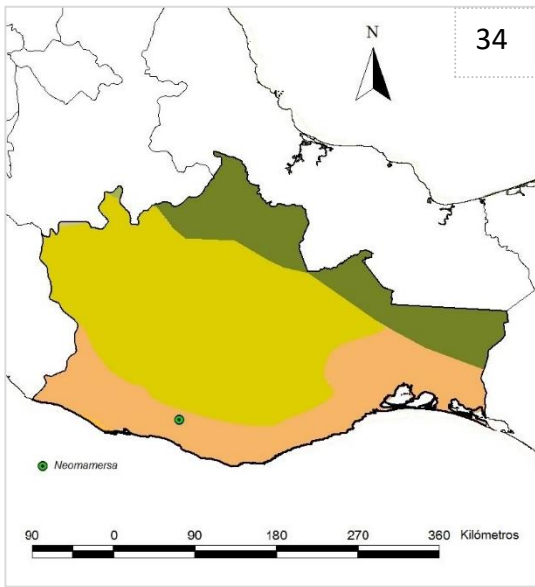


Figura 34-37. Distribución de los géneros *Neomamersa*, *Neumania*, *Omartacarus* y *Paraschizobates* en las provincias biogeográficas del estado de Oaxaca.

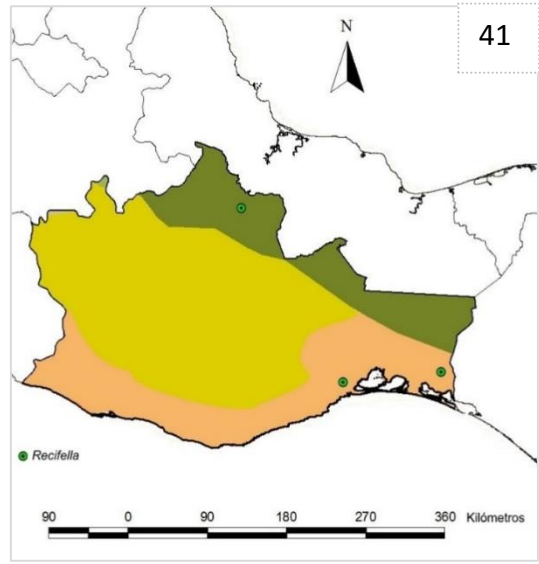
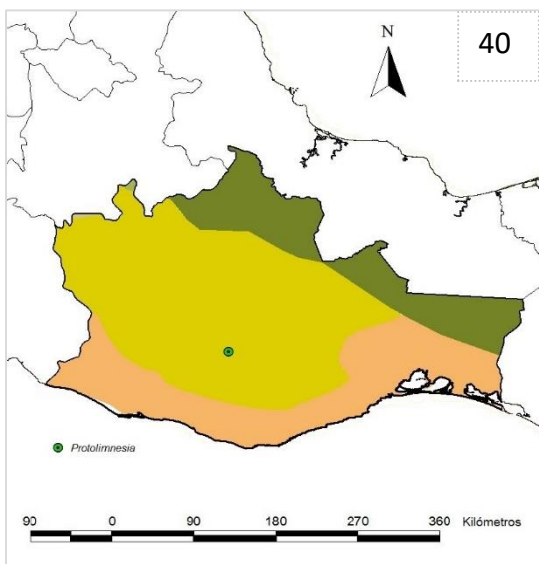
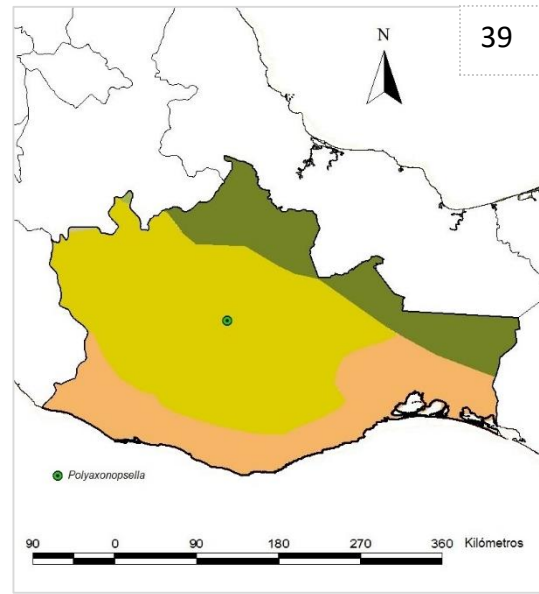
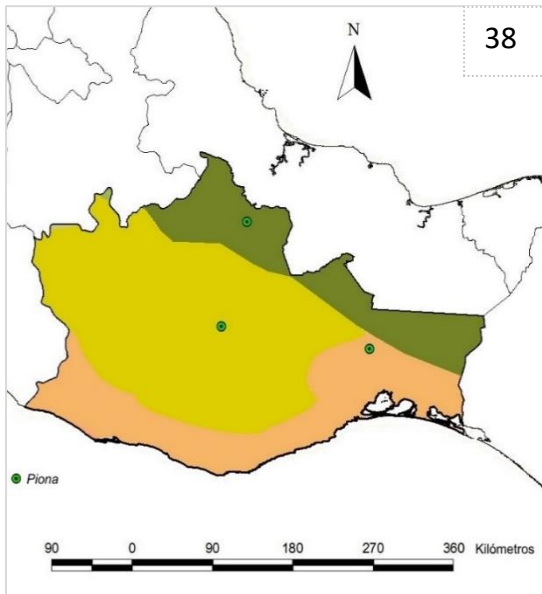


Figura 38-41. Distribución de los géneros *Piona*, *Polyaxonopsella*, *Protolimnesia* y *Recifella* en las provincias biogeográficas del estado de Oaxaca.

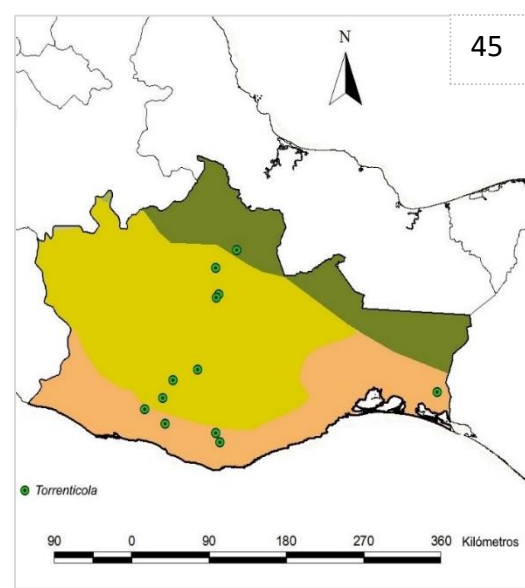
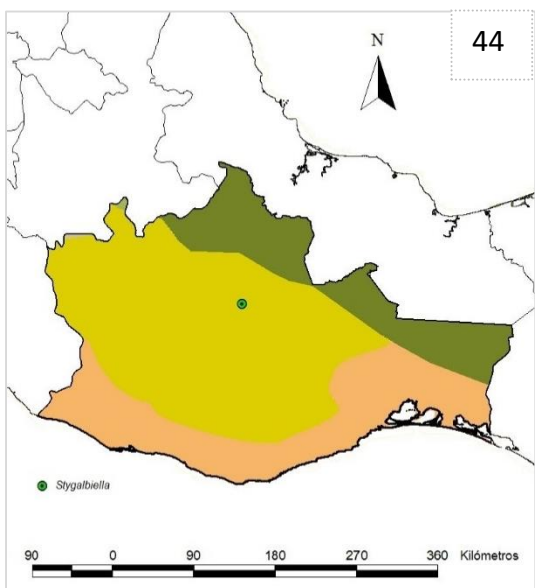
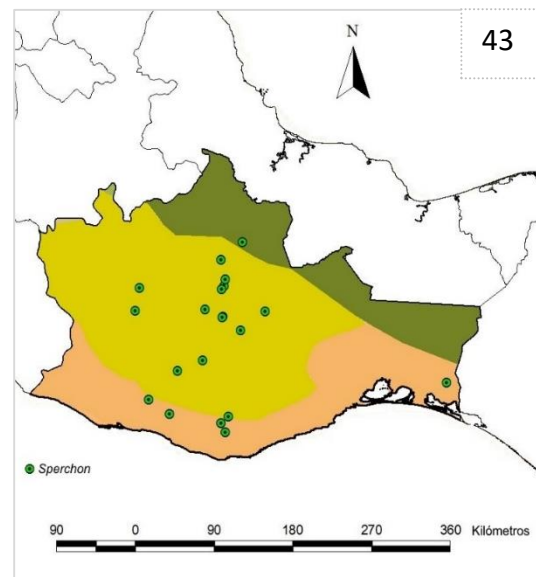
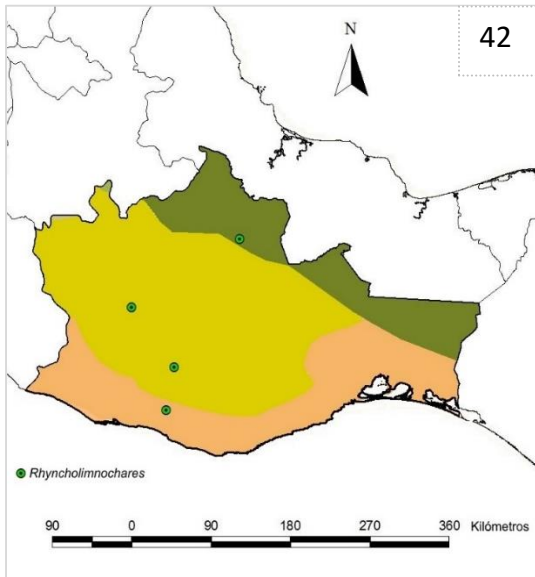


Figura 42-45. Distribución de los géneros *Rhyncholimnochares*, *Sperchon*, *Stygalbiella* y *Torrenticola* en las provincias biogeográficas del estado de Oaxaca.

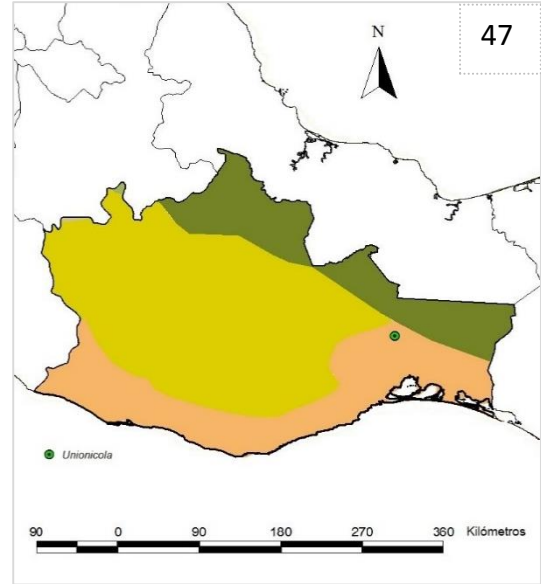
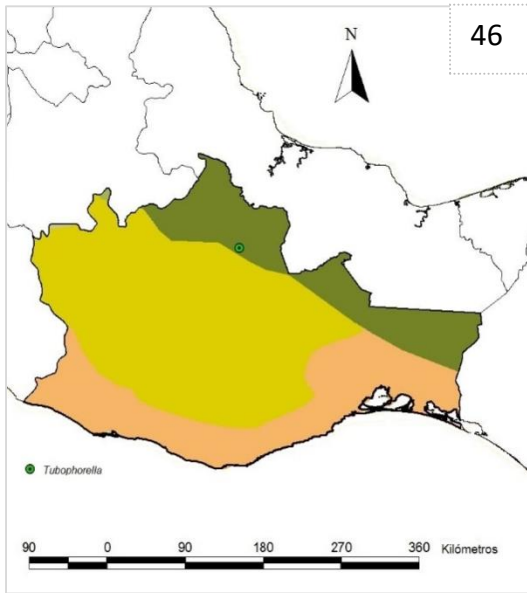


Figura 46-47. Distribución de los géneros *Tubophorella* y *Unionicola* en las provincias biogeográficas del estado de Oaxaca.

BIBLIOGRAFÍA

- Abé, H. 2005. Annotated checklist of Japanese water mites (Acari: Prostigmata: Hydracarina). *Acta Arachnologica*. 54(2): 111-145.
- Bănărescu, P. 1990. Zoogeography of fresh waters Vol. 1, General distribution and dispersal of freshwaters animals. AULA Verlag-Wiesbaden. 511 págs.
- Bocco, G., M. Mendoza., E. López., A Velázquez., A Torres., y M. A. Torres. 1999. Evaluación de los cambios de la cobertura vegetal y uso del suelo en Michoacán (1975- 1995). Lineamientos para la ordenación ecológica de su territorio. Informe técnico. UNAM. Pp. 1-48.
- Comisión Nacional del Agua. 1998. Cuencas Hidrológicas (CNA). Catálogo de Metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Cook, D. 1974. Water Mite Genera and Subgenera. *Memorirs of the American Entomological Institute*. 21: 1-860.
- Cook, D. 1980. Studies on Neotropical Water Mites. *Memorirs of the American Entomological Institute*. 31: 1-645.
- Dabert, M., H. Proctor y J. Dabert. 2016. Higher-level molecular phylogeny of the water mites (Acariformes: Prostigmata: Parasitengonina: Hydrachnidia). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 101: 75-90.
- Di Sabatino, A., H. Smit., R. Gerecke., T. Goldschmidt., N. Matsumoto y B. Cicolani. 2008. Global diversity of water mites (Acari, Hydrachnidia; Arachnida) in freshwater. *Hidrobiología*. 595: 303- 315
- Doreste, S. E. 1984. Acarología. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Bib. Orton IICA / CATIE. 391 págs.

- Espinosa Organista, D., J. J. Morrone., C. A. Zúñiga y J. Llorente-Bousquets. 2001. Hacia una clasificación natural de las provincias biogeográficas Mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Informe Final SNIB-CONABIO Proyecto No. Q054. México D. F. Pp. 1-42
- Espinosa, D., S. Ocegueda., C. Aguilar., O. Flores., J. Llorente-Bousquets y B. Vázquez. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. *Capital natural de México*. 1: 22-65.
- Espinosa-Pérez, H. 2014. Biodiversidad de peces en México. *Revista Mexicana de biodiversidad*. 85: 450-459.
- Francke, O. F. 2014. Biodiversidad de Arthropoda (Chelicerata: Arachnida ex Acari) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 408-418.
- Gaston, K. J. 2000. Global patterns in biodiversity. *Nature*. 405(6783): 220-227.
- García-Mendoza, A. J., M. Ordoñez-Díaz, M. Briones-Salas. 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología. UNAM. Fondo Oaxaqueño Para la Conservación de la Naturaleza. 605 págs.
- Garmendia, J. M., J. Mora. 2010. Los diversos grupos faunísticos, ¿son representativos de la comunidad macrobentónica en arenas submareales? *Boletín. Instituto español de oceanografía*. 23: 45-55.
- Goldschmidt, T., M. M. Ramírez-Sánchez, A. Pedroza-Ramos, A. E. Rico-Sánchez, M. P. Ojeda, R. M. Pérez-Munguía, M. Pimiento-Ortega, A. L. Carlos-Delgado, S. Durán-Suárez. 2015. Primer registro de ácaros acuáticos (Acari: Hydrachnidia) del estado de Querétaro, México. *Dugesiana*. 22: 21-27.
- González, R. A. 2011. Oaxaca 2011: Diagnostico Socio-Ambiental. Grupo Mesófilo. A.C. 66 Págs.

- Hurlbert, A. H., y W. Jetz. 2007. Species richness, hotspots, and the scale dependence of range maps in ecology and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 104: 13384-13389.
- INEGI. 2010. Marco Geoestadístico Municipal. Versión 5.0.
- INEGI, CONABIO e INE. 2008. Ecorregiones terrestres de México. Catálogo de Metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- León-Paniagua, L. y J. J. Morrone, 2009. Do the Oaxacan Highlands represent a natural biotic unit? A cladistic biogeographical test based on vertebrate taxa. *Journal of Biogeography*. 36:1939–1944.
- Lindquist, E. E., D. E. Walter y G. W. Krantz. 2009. Clasificación. In Krantz G. W. y D. E. Walter. (eds.). *A Manual of Acarology*. Texas Tech University Press. Pp. 98-99.
- Marrero-Cruz, A. 2012. Suficiencia taxonómica en comunidades macrobentónicas submareales para el monitoreo ambiental costero del Río de la plata. Universidad de la Republica Montevideo. Facultad de Ciencias. Tesina de grado. 34 Págs.
- Morrone, J. J. 2006. Biogeographic areas and transitions zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology*. 51: 467–494.
- Morrone, J. J. 2014. Biogeographical regionalization of the Neotropical region. *Zootaxa*. 3782: 1-110
- Morrone, J. J. y J. Márquez. 2008. Biodiversity of Mexican terrestrial arthropods (Arachnida and Hexápoda): a biogeographical puzzle. *Acta Zoologica Mexicana*. 24: 15-41.
- Myers, N. 1990. The biodiversity challenge: expanded hot-spots analysis. *Environmentalist*. 10: 243-256.

- Otero-Colina, G. 1987. Nuevas especies de ácaros acuáticos (Prostigmata: Parasitengona) del sureste de México. *Folia Entomológica Mexicana*. 72: 89-109.
- Pérez, M. L. 2008. Conservación comunitaria en la cuenca alta del Papaloapan, Sierra Norte de Oaxaca. *Nueva Antropología. Revista de Ciencias Sociales*. 68: 37-49.
- Pérez, T. M, C. Guzmán-Cornejo, G. Montiel-Parra, R. Paredes-León y G. Rivas. 2014. Biodiversidad de ácaros en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 399-407.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 págs.
- Rivas, G. y A. Hoffmann. 2000. Los ácaros acuáticos de México: estado actual de su conocimiento. Laboratorio de Acarología. Facultad de Ciencias, UNAM, México. Pp. 33-39
- Ruggiero, A. 2001. Interacciones entre la biogeografía ecológica y la macroecología: Aportes para comprender los patrones espaciales en la diversidad biológica. *In* Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Llorente-Bousquets, J. y J. J. Morrone (eds.). UNAM. Pp. 81-94.
- Rosso de Ferradás, B., y H. R. Fernández. 2005. Elenco y biogeografía de los ácaros acuáticos (Acari, Parasitengona, Hydrachnidia) de Sudamérica. *Graellsia*. 61:181-224.
- Sánchez-Cordero V., F. Botello., J. J. Flores-Martínez., R. A. Gómez-Rodríguez., L. Guevara, G. Gutiérrez-Granados y A. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 496-504.
- Smith, M. I., R. D. Cook., y P. B. Smith. 2010. Water Mites (Hydrachnidiae) and Other Arachnids. *In* Ecology and Classification of North American Freshwater

- Invertebrates. Thorp. H. J. y Covich. P. A. (eds.). Academic Press. San Diego CA. Pp. 485-586.
- Llinás, S. H. y C. R. Álvarez. 2005. Estadística descriptiva y distribuciones de probabilidad. Universidad del Norte. 428 págs.
- Toledo, V. M. 1994. La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación de los noventa. *Ciencias*. 34: 43-57.
- Villaseñor, J. L. y E. Ortiz. 2014. Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 134-142.
- Walter, D. E. y G. W. Krantz. 2009. Collection, Rearing, and Preparing Specimens. *In* Krantz G. W. y D. E. Walter. (eds.). A Manual of Acarology. Texas Tech University Press. Pp. 83-96.