

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TESIS

Ictiofauna de la cuenca del río
Ostuta, Istmo de Tehuantepec,
Oaxaca México


QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

BRENDA CÓRDOVA GOMEZ

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Febrero 2024





**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TESIS

Ictiofauna de la cuenca del río
Ostuta, Istmo de Tehuantepec,
Oaxaca México

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

BRENDA CÓRDOVA GOMEZ

DIRECTOR

DR. ERNESTO VELÁZQUEZ VELÁZQUEZ
Museo de Zoología, UNICACH



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Febrero 2024



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas;
Fecha: 14 de febrero de 2024

C. **Brenda Córdova Gómez**

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
Ictiofauna de la cuenca del río Ostuta, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dra. Sara Elizabeth Domínguez Cisneros

Dr. Miguel Angel Peralta Meixueiro

Dr. Ernesto Velázquez Velázquez

Firmas:

Ccp. Expediente



DEDICATORIA

A Dios y al universo por esta aventura llamada Chiapas.

Por haberme permitido sentir y vivir los más hermosos lugares de Oaxaca. Aunque ya pasaron años... Dios ya tiene nuestro plan de vida hecho.

A mis padres por el regalo de la vida y a mis dos amores Felipe y Antonio. Gracias por ser el mejor ejemplo de disciplina y dedicación. A mis bebés sobrinas Nathalia y Violeta.

Al amor de mi vida Jesús y a sus papás; Sr. Julio y Sra. Rosa María quien me dieron inspiración y buen consejo para terminar este importante proceso que me hiciera recordar mi amor por la biología.

A mis amigos Javier Perianza, Juan Alfredo, Andrés Eboli, Lenin Pavel y Fitz por darle sentido al significado de amistad en mi vida, por motivarme siempre a no desistir en la carrera ni en la vida. Por ser las personas más incondicionales y apoyarme en todo siempre y por compartir victorias, derrotas, hartas salidas de campo, trago y noches de tareas. Porqué los mejores días de la universidad, fueron con ustedes.

A mi amigo y colega el Dr. Ernesto Velázquez por haberme inspirado el gusto por los peces, las aves y dedicación a la profesión. Por todo el apoyo durante el proceso, que al final... ¡lo logramos!

A María Eugenia Luna Palacios. Gracias, por ser parte de mi proyecto de vida, que siempre será nuestro. Por todo el apoyo brindado durante la carrera.

A mi apá Toño y a mi amá Tere. Hasta el cielo a los mejores abuelos.

AGRADECIMIENTOS

Al Museo de zoología del Instituto de Ciencias Biológicas. A mi alma mater UNICACH

“Dulce es el fruto de la adversidad, que como el sapo feo y venenoso lleva en su
cabeza una preciosa joya”

- William Shakespeare

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Diversidad íctica de México.....	3
2.2. Familias representativas de México.....	5
2.2.1. Familia Poeciliidae.....	5
2.2.2. Familia Cyprinidae.....	6
2.2.3. Familia Cichlidae.....	7
2.3. Provincias ícticas de México.....	8
2.4. Biología y ecología de peces.....	9
2.5. Oaxaca.....	15
2.6. Relación talla-peso.....	16
2.7. Pesca ribereña.....	19
III. ANTECEDENTES	21
IV. OBJETIVOS	23
V. ZONA DE ESTUDIO	24
VI. MÉTODO	31
6.1 Diseño de muestreo.....	31
6.2 Composición.....	31
6.3 Riqueza y abundancia.....	32
6.4 Relación talla-peso.....	32
VII. RESULTADOS	34
7.1 Composición ictiofaunística.....	34
7.2 Riqueza y distribución.....	36
7.3 Abundancia.....	38
7.4 Relación talla-peso de las especies.....	39
7.4.1 <i>Astyanax aeneus</i>	40
7.4.2 <i>Atherinella guatemalensis</i>	42
7.4.3 <i>Astatheros macracantus</i>	44
7.4.4 <i>Poeciliopsis fasciata</i>	46
7.4.5 <i>Poeciliopsis pleurospilus</i>	48
7.4.6 <i>Poecilia sphenops</i>	50
VIII. DISCUSIÓN	52
8.1 Composición Ictiofaunística.....	52
8.2 Riqueza y abundancia.....	53
8.3 Relación talla-peso.....	54
IX. CONCLUSIONES	55
X. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES	57
XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES	58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción geográfica de los puntos de muestreo del río Ostuta por estación, localidad, municipio y sus coordenadas respectivamente	31
Cuadro 2. Número de especies registradas por familia y órdenes de la cuenca del río Ostuta.....	34
Cuadro 3. Lista sistemática de la de la ictiofauna de la cuenca del río Ostuta. Clasificación ecológica	35
Cuadro 3. Riqueza y abundancia de los sitios de muestreos de la cuenca del río Ostuta.....	36
Cuadro 5. Relación talla-peso de las especies dominantes de la cuenca río Ostuta.....	39
Cuadro 6. Taxonomía de <i>Astianax aeneus</i>	40
Cuadro 7. Taxonomía de <i>Atherinella guatemalensis</i>	42
Cuadro 8. Taxonomía de <i>Astatheros macracantus</i>	44
Cuadro 9. Taxonomía de <i>Poeciliopsis fasciata</i>	46
Cuadro 10. Taxonomía de <i>Poeciliopsis pleurospilus</i>	48
Cuadro 11. Taxonomía de <i>Poecilia sphenops</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuenca del río Ostuta, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca México	24
Figura 2. Riqueza acumulada de especies registradas en la cuenca del río Ostuta.....	36
Figura 3. Abundancia numérica acumulada de la ictiofauna registrada en la cuenca del río Ostuta.....	38
Figura 4. Ejemplar de <i>Astianax aeneus</i>	40
Figura 5. Relación talla-peso de <i>Astianax aeneus</i>	41
Figura 6. Ejemplar de <i>Atherinella guatemalensis</i>	42
Figura 7. Relación talla-peso de <i>Atherinella guatemalensis</i>	43
Figura 8. Ejemplar de <i>Astatheros macracanthus</i>	44
Figura 9. Relación talla-peso de <i>Astatheros macracanthus</i>	45
Figura 10. Ejemplar de <i>Poecilopsis fasciata</i>	46
Figura 11. Relación talla-peso de <i>Poecilopsis fasciata</i>	47
Figura 12. Ejemplar de <i>Poecilopsis pleurospilus</i>	48
Figura 13. Relación talla-peso de <i>Poecilopsis pleurospilus</i>	49
Figura 14. Ejemplar de <i>Poecilia sphenops</i>	50
Figura 15. Relación talla-peso de <i>Poecilia sphenops</i>	51

RESUMEN

Se determinó la composición, riqueza y la relación talla-peso de los peces de la cuenca del río Ostuta, ubicado en el sur del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Durante el periodo comprendido entre febrero 2018 a enero 2019, se realizaron diez estancias en campo y se muestrearon mensualmente ocho sitios, distribuidos en el cauce principal del río Ostuta. Dentro de la cuenca del río Ostuta se recolectaron un total de 1 155 ejemplares, que representaron a 16 especies de peces, agrupadas en seis órdenes, ocho familias y 13 géneros de peces óseos. Una especie *Rhamdia guatemalensis*, está catalogada en la NOM-ECOL-059 como especie bajo Protección Especial (Pr); una especie es considerada como especie exótica invasora, la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Los órdenes que presentaron el mayor número de familias fueron Cyprinodontiformes y Perciformes (dos cada uno), y las familias con el mayor número de especies fueron Cichlidae y Poeciliidae, con cuatro y tres especies respectivamente, que en conjunto albergan el 46.6% de la ictiofauna de la cuenca del río Ostuta. La riqueza total acumulada en la cuenca del río Ostuta fue de 16 especies. Los sitios de muestreo con el mayor número de especies registradas fueron los sitios localizados en la parte baja y media del río Ostuta (I, II, III y VI) con siete especies cada uno. Las especies más abundantes en el río Ostuta fueron *Poeciliopsis pleurospilus* con 520 ejemplares, *Poeciliopsis fasciata* con 253 organismos, *Astyanax aeneus* con 145 ejemplares, *Poecilia sphenops* con 134 ejemplares, *Atherinella guatemalensis* con 23 ejemplares y *Astatheros macracanthus* con 21 ejemplares. El análisis de la relación talla-peso de las especies más abundantes recolectadas en el río Ostuta mostró que las regresiones potenciales fueron estadísticamente significativas para todas las especies ($p < 0.001$). Los valores estimados del parámetro b variaron de 2.9 (*Atherinella guatemalensis*) a 3.59 (*Poeciliopsis fasciata*). Tres especies presentaron un crecimiento alométrico positivo (*Astyanax aeneus*, *Poeciliopsis fasciata* y *Poeciliopsis pleurospilus*) y tres especies (*Atherinella guatemalensis*, *Poecilia sphenops* y *Astatheros macracanthus*) exhibieron un crecimiento isométrico.

Palabras clave: Peces, agua dulce, composición, riqueza, crecimiento isométrico.

ABSTRACT

The composition, richness, and size-weight relationship of fish from the Ostuta River basin, located in the south of the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico, were determined. During the period from February 2018 to January 2019, ten field stays were carried out and eight sites were sampled monthly, distributed in the main channel of the Ostuta River. Within the Ostuta River basin, a total of 1,155 specimens were collected, representing 16 species of fish, grouped into six orders, eight families and 13 genera of bony fish. A species *Rhamdia guatemalensis* is cataloged in NOM-ECOL-059 as a species under Special Protection (Pr); One species is considered an invasive alien species, the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). The orders that presented the greatest number of families were Cyprinodontiformes and Perciformes (two each), and the families with the greatest number of species were Cichlidae and Poeciliidae, with four and three species respectively, which together house 46.6% of the ichthyofauna of the Ostuta river basin. The total richness accumulated in the Ostuta River basin was 16 species. The sampling sites with the highest number of species recorded were the sites located in the lower and middle part of the Ostuta River (I, II, III and VI) with seven species each. The most abundant species in the Ostuta River were *Poeciliopsis pleurospilus* with 520 specimens, *Poeciliopsis fasciata* with 253 organisms, *Astyanax aeneus* with 145 specimens, *Poecilia sphenops* with 134 specimens, *Atherinella guatemalensis* with 23 specimens and *Astatheros macracanthus* with 21 specimens. The analysis of the size-weight relationship of the most abundant species collected in the Ostuta River showed that the potential regressions were statistically significant for all species ($p < 0.001$). The estimated values of parameter b ranged from 2.9 (*Atherinella guatemalensis*) to 3.59 (*Poeciliopsis fasciata*). Three species presented positive allometric growth (*Astyanax aeneus*, *Poeciliopsis fasciata* and *Poeciliopsis pleurospilus*) and three species (*Atherinella guatemalensis*, *Poecilia sphenops* and *Astatheros macracanthus*) exhibited isometric growth.

Keywords: Fishes, freshwater, composition, richness, isometric growth

I. INTRODUCCIÓN

México es un país megadiverso, en los casi dos millones de kilómetros cuadrados que constituyen el territorio nacional, y que representan apenas el 1.3 por ciento de la superficie continental del planeta, habitan cerca del 10% de las especies biológicas conocidas en el mundo. Esta biodiversidad exuberante es el producto de una conjunción muy especial de factores en nuestro país. Entre ellos destacan su gran extensión a lo largo de varias latitudes y su compleja orografía (su perfil montañoso), que determinan una variedad poco usual de ambientes y tipos climáticos (Mittermeier *et al.*, 2004).

Los peces que habitan en México, tanto dentro de sus límites continentales como en sus extensos mares patrimoniales, son especialmente interesantes por su gran variedad y elevado endemismo, además de por su valor ecológico y económico. La ictiofauna mexicana está constituida por más de 2 mil 763 especies, reunidas en 792 géneros que se agrupan en 209 familias y 41 órdenes (Espinosa, 2014). De acuerdo con estas cifras, México cuenta con cerca del 20 por ciento de los géneros y el 10% de las especies de peces del mundo (aproximadamente) (Ceballos *et al.*, 2009).

Mas de 500 especies son de agua dulce; cerca de 550 se han registrado en los ambientes estuarinos (lagunas costeras y desembocaduras de ríos) y el resto son oceánicas. El número de especies endémicas del país es elevado, en especial las especies de origen dulceacuícola (Miller *et al.*, 2009).

La gran diversidad de especies de peces de México está asociada con su amplia variedad de ambientes acuáticos, que van desde los arrecifes de coral, manantiales, lagos, ríos, ojos de agua, lagunas, cenotes, hasta los pequeños cuerpos de agua del desierto lo que ha propiciado la colonización y el establecimiento de un gran número de especies de peces y otros organismos acuáticos (Espinosa, 2014).

Debido a la ubicación geográfica en la transición continental entre la zona de influencia norteña (Neártica) y la región tropical (Neotropical) y la existencia de grandes montañas en la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre de Chiapas, la región sur del país, es muy diversa, encontrándose una gran variedad de ecosistemas, como los

humedales de la Costa del Pacífico, que incluyen la Bahía de Acapulco, Zihuatanejo, y Huatulco, conocidas por su valor turístico, Chacahua, el Mar Muerto, La Encrucijada, y las lagunas costeras de Chiapas (CONABIO, 2010).

Particularmente el estado de Oaxaca sobresale por su inusitada diversidad biológica, siendo el primer estado en biodiversidad del País (WWF, 2019). Esto se debe al también complicado sistema orográfico de este estado; su orografía se caracteriza por ser casi en su totalidad un nudo o macizo montañoso, pues en este estado se cruzan tres sierras: La Sierra Madre Oriental o Sierra de Oaxaca, La Sierra Madre del Sur y la Sierra Atravesada, ocupando en total el 52 por ciento de ese territorio. Estos sistemas montañosos dan origen a una intrincada red de ríos, la cual corre tanto hacia el Golfo de México (vertiente del Golfo) como al océano Pacífico (vertiente del Pacífico). La alta biodiversidad observada en este estado se relaciona con su fisiografía y geomorfología, originadas por una evolución geológica compleja mayor a mil millones de años (Centeno *et al.*, 2004)

La cuenca del río Ostuta posee grandes cantidades de servicios a los diferentes ecosistemas que esta integra, además de numerosas funciones ecológicas. Su caudal ha sido profundamente modificado y alterado, principalmente por actividades ganaderas y la agricultura de la zona, lo que ha transformado los movimientos migratorios de especies acuáticas, particularmente los peces diádromos. La falta de estudios para la cuenca del río Ostuta provoca mayor vulnerabilidad hacia la Ictiofauna ya que no existen decretos de veda, de reserva o reglamentos para este acuífero. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos (CONAGUA, 2007).

A pesar de todo esto, esta cuenca alberga una notable diversidad faunística que ha sido poco documentada y no cuenta aún con un inventario completo de su ictiofauna, aun cuando los peces juegan un papel preponderante en la economía de muchas familias ribereñas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. DIVERSIDAD ÍCTICA DE MÉXICO

México posee una fauna de peces dulceacuícolas rica y diversificada, la cual incluye más de 500 especies descritas, lo que representa un 65% de la fauna de EUA y Canadá juntos (Miller, 2009).

La topografía de México, especialmente la vertiente del Atlántico, con su amplia extensión latitudinal y grandes diferencias en altitud y zonas de vegetación entre la baja planicie costera y una elevada Sierra Madre Oriental, crea una variedad sustancial de condiciones climáticas, que permite a especies neotropicales y templadas encontrar nichos favorables (Miller *et al.*, 2005).

Su diversidad se debe a una topografía sumamente heterogénea; una historia geológica larga y compleja; un amplio intervalo latitudinal (de 32° 33' N en el norte hasta 14° 33' N en el sur); al prolongado aislamiento de una gran meseta tropical-subtropical, conocida como la Mesa Central (la cual incluye la importante fauna del río Lerma-Santiago, altamente endémica); y al sistema fluvial más grande de América Central, el río Grijalva-Usumacinta de México y Guatemala, totalmente tropical y con una ictiofauna de alto endemismo (Miller, 1988).

La vertiente del océano Pacífico que también se le conoce como vertiente occidental andina. Destacan las cuencas de los ríos Yaqui, Fuerte, Mezquital, Lerma-Santiago y Balsas.

Entre las cuencas endorreicas destaca la del río Nazas. La mayor parte de la Península de Yucatán carece de drenaje superficial pues se trata de una extensión de poco relieve y sustrato permeable, por lo que casi toda la circulación de agua es subterránea. Algunas llanuras costeras tienen fuertes deficiencias de drenaje por su escasa pendiente, como las áreas de Baja California, Sonora, Tamaulipas, Nayarit, Tabasco y las partes bajas de las cuencas del Pánuco y del Papaloapan en Veracruz.

Algunas cuencas que recogen aguas de zonas húmedas lejanas son relativamente grandes, como las de los ríos Nazas, Aguanaval y Casas Grandes. Otras son de tamaño reducido, como las que en conjunto forman el llamado Bolsón de Mapimí en Coahuila, Durango y Chihuahua, o el Bolsón del Salado que abarca los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas (Rzedowski, 1986).

La topografía de México, especialmente la vertiente del Atlántico, con su amplia extensión latitudinal y grandes diferencias en altitud y zonas de vegetación entre la baja planicie costera y una elevada Sierra Madre Oriental, crea una variedad sustancial de condiciones climáticas, que permite a especies neotropicales y templadas encontrar nichos favorables (Miller y van Conner, 1997).

Así, México constituye una transición prolongada entre las grandes biotas del norte y del sur. La ictiofauna mexicana se deriva en partes casi iguales de: (1) fuentes neárticas-holárticas; (2) elementos centroamericanos o neotropicales y, (3) taxones originados de ancestros marinos, cada parte con un 30% del total. El resto (menos de 10%) está compuesto por la importante familia Goodeidae, autóctona de la Mesa Central (Miller, 1986).

Los elementos neárticos-holárticos se limitan principalmente al altiplano mexicano, que consiste actualmente en gran parte de cuencas aisladas internas (endorreicas). Alrededor de 24% de todas las especies mexicanas son peces dulceacuícolas primarios (Myers, 1966).

Las tres familias más representativas, por su riqueza de especies, son los topotes y espadas (Poeciliidae), las carpitas (Cyprinidae) y las mojarras de agua dulce (Cichlidae) (Miller, 2009).

2.2. FAMILIAS REPRESENTATIVAS DE MÉXICO

2.2.1. Familia Poeciliidae

Los guayacones, topotes, espadas, gupis y molis son uno de los grupos de peces dominantes en las aguas dulces y salobres en tierras bajas de América Central y las Indias Occidentales; se distribuyen desde el este de Estados Unidos hasta el noreste de Argentina (Berra, 2001). Comprenden unos 22 géneros y 180 especies, la mayoría de ellas pequeñas, 31-70 mm LP (200 mm máximo), que tienen fecundación interna por medio del gonopodio del macho (una modificación de los radios anales 3-5) y dan a luz a sus crías vivas (excepto *Tomeurus*).

En ambos sexos, los primeros tres radios anales no están divididos, y el tercero casi alcanza el margen distal de la aleta. El cuarto radio es profundamente ramificado. Los caracteres del gonopodio se usan ampliamente con fines taxonómicos, y a veces las especies no pueden identificarse sin examinar a los machos. Las hembras grávidas pueden producir varias camadas sucesivas estando aisladas de los machos hasta por 10 meses o más, un proceso llamado retención de esperma (Wourms, 1988).

Algunas especies muestran superfecundación, de modo que dos o más camadas en diferentes etapas de desarrollo coexisten en una sola hembra. Esto ha evolucionado probablemente de manera independiente varias veces en esta familia (Reznick y Miles, 1989). Los poecíliidos presentan gestación intrafolicular y placenta folicular, lo mismo que los anablépidos (Wourms *et al.*, 1982).

Se conocen formas compuestas sólo por hembras en el género *Poeciliopsis* y en el topote amazona, *Poecilia formosa* (Monaco *et al.*, 1984). En esta última, la reproducción es exclusivamente ginogenética, es decir, el esperma de especies relacionadas estimula el desarrollo de los huevos, pero no aporta ningún material genético (Thibault y Schultz, 1978).

Los poecíliidos en el sureste de México están presentes en la mayoría de cuerpos de agua dulce, se han llevado a cabo distintas investigaciones en el estado de Oaxaca y Chiapas, en donde representan el 12% de la ictiofauna dulceacuícola chiapaneca (Rodiles, 2005). Mientras que en Oaxaca la familia representa el 15% de la ictiofauna dulceacuícola, únicamente superada por los cíclidos (Rosen, 1979).

2.2.2. Familia Cyprinidae

La familia Cyprinidae conforma 109 taxones que habitan en casi todas las aguas dulces de Norteamérica, África y Eurasia. No existen en el Neotrópico, Australia, Nueva Zelanda y Madagascar. La mayor diversidad de las especies del grupo está en el sureste asiático. La mayoría de los ciprínidos son pequeños, normalmente de 30 a 75 mm de largo, aunque algunos crecen hasta 2.5 m o más (Miller *et al.*, 2005)

Las carpas y carpitas constituyen una de las familias de peces más grandes y diversas, con más de 2 000 especies, las cuales muestran una gran variedad de adaptaciones. Todos tienen de una a tres hileras de dientes faríngeos y mandíbulas sin dientes (Miller, 2009).

En Norteamérica, la familia Cyprinidae está dividida en dos linajes principales, Leuciscinae y Cyprininae, los cuales comprenden unos 50 géneros y casi 300 especies. Estas cifras incluyen unas 90 especies presentes en México, de las cuales por lo menos 45 son endémicas. Dentro de su ámbito geográfico, en algunas áreas (sin contar el sur de México), Cyprinidae es la familia más abundante, y sus miembros son presas disponibles para muchos peces y otros animales depredadores (Cavender y Coburn, 1992).

La carpa común, el pez dorado y la carpa herbívora *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus* y *Ctenopharyngodon idella* son especies exóticas que están bien establecidas en México, a menudo son abundantes localmente e incluso usadas como alimento. Se conocen ciprínidos fósiles del Paleoceno de Europa, el Eoceno de Asia y el Oligoceno de Norteamérica (Cavender, 1986; Miller, 2009).

Los fósiles más antiguos conocidos en México son de edad pliocénica, pero este dato establece simplemente la edad mínima de su presencia. Con toda certeza se distribuían carpas en México mucho antes de hace cinco millones de años, como lo indica el hecho de que las formas del sur se diferenciaron en géneros distintivos: *Aztecula*, *Codoma*, *Evarra*, *Stypodon* y *Yuriria* (Miller, 2009).

Sin embargo, son lo suficientemente recientes como para haber migrado tan sólo una distancia corta hacia el sur en México, sin alcanzar el Neotrópico, a diferencia de los matalotes y bagres. Los ciprínidos que viven en las tierras bajas subtropicales de la vertiente del Atlántico (e. g. *Dionda erimyzonops*, *D. ipni*, *Cyprinella lutrensis*) se

reproducen del invierno a la primavera temprana, cuando las temperaturas del agua son similares a aquéllas en las cuales se reproducen la mayoría de las carpas del Neártico. Esto contrasta con las aparentes adaptaciones a temperaturas elevadas que demuestran en latitudes bajas muchos ciprínidos del Viejo Mundo (Miller *et al.*, 2005).

2.3.3. Familia Cichlidae

Los cíclidos son una familia esencialmente dulceacuícola, la cual comprende más de mil especies que habitan en el Sur del continente y Centroamérica (sólo una especie llega hasta Texas), partes de África, sur de la India, Madagascar, Sri Lanka, Siria y las Indias Occidentales. Puesto que muchas especies toleran agua salobre e incluso totalmente marina, la familia se clasifica como un grupo dulceacuícola secundario, y la tolerancia a la salinidad debe tomarse en cuenta en análisis zoogeográficos. La forma del cuerpo varía de alta y comprimida a esbelta y alargada (Berra, 2001).

Los cíclidos han experimentado una “especiación explosiva” en los Grandes Lagos de África. Su registro fósil data del Eoceno u Oligoceno en África y Sudamérica, pero el grupo es mucho más antiguo, dado que ninguna de las especies fósiles es primitiva (Greenwood, 1984).

La mayoría de las mojarra mesoamericanas son de altura moderada, o bien alargadas, con un tamaño adulto de 75 a 500 mm de longitud patrón. Habitan en diversos ambientes dulceacuícolas; algunas, en aguas salobres o marinas. En México, esta familia reemplaza a su contraparte ecológica, los peces sol Neárticos (familia Centrarchidae). Las especies más grandes son excelentes como alimento (van Couvering, 1982).

En el estado de Oaxaca se ubican como la familia de mayor presencia y distribución en cuerpos de agua, además que son la familia más comercial y de impacto económico para las familias ribereñas de Oaxaca y de México (Espinosa, 2014).

2.3. PROVINCIAS ÍCTICAS DE MÉXICO

La gran diversidad fisiográfica y climática de México, combinada con el aislamiento de las cuencas y los manantiales disjuntos en zonas áridas, han llevado a altos niveles de endemismo local y regional en los sistemas acuáticos. Cuando el endemismo es marcado, con las biotas integradas en alta proporción por especies y géneros autóctonos, puede reconocerse una “provincia” faunística, caracterizada por asociaciones de especies con ámbitos ecológicos y geográficos similares (Bastida *et al.*, 2013).

Muchas especies de peces dulceacuícolas en México y otras partes son de edad “geológica”, normalmente no menos de un millón de años de antigüedad y algunos (quizá muchos) considerablemente más viejos. Por otro lado, el origen de algunos taxones podría ser bastante más reciente. Así, algunas especies han estado sujetas a grandes cambios geológicos, climáticos y de otra índole, mientras que otras no. Los taxones existentes pueden haber evolucionado bajo circunstancias muy diferentes de las actuales; pueden haber tenido disponibilidad o presión para dispersarse a larga distancia, o pueden haber sufrido cambios sustanciales para adaptarse y sobrevivir (Miller, 1981).

Existen representantes de grupos anádromos que se presentan por lo general sólo en latitudes altas, es decir, son aparentes relictos de distribuciones más antiguas, más amplias. Hay ejemplos entre los salmónidos en cabeceras de ríos a gran altitud (*Oncorhynchus* spp., *O. chrysogaster* en el noroeste de México), cuyos ámbitos tienden a atravesar más que a detenerse en los parteaguas. Los peces de tierras bajas suelen tener una distribución continua cuando son costeros, pero tierra adentro estos grupos a menudo quedan aislados por la aridez (Hubbs *et al.*, 1974).

Muchos reductos dispersos de peces endémicos aislados, derivados en el pasado ya sea del norte o del sur, especialmente en zonas endorreicas, no pueden ubicarse en una “provincia ictiológica”, como no sea de modo arbitrario. No obstante, a pesar de las complicaciones, los patrones de distribución modernos de los peces

pueden, cuando se han comprendido lo suficiente, apoyar hipótesis de relaciones entre cuencas inferidas a partir de evidencia geológica, climática o fósil (Hubbs *et al.*, 1974).

Se reconocen ocho provincias ictiofaunísticas en general correspondientes a las principales cuencas de ríos: Mesa del Norte (río Bravo), Cuencas de la vertiente del Pacífico noroeste, Baja California Peninsular, Complejo Tamesí-Pánuco, Mesa Central, Provincia del río Balsas y Provincia Chiapas-Nicaragüense (Miller 1966; Miller y Smith 1986).

2.4. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE PECES

Los peces constituyen el grupo más numeroso de todos los vertebrados, con aproximadamente 31 000 especies válidas (Eschmeyer, 2008 y Pauly, 2019), además de ser los más numerosos en cuanto a número de especies, también lo son en diversidad de formas y tamaños. Son un grupo cosmopolita que se distribuye en todo el planeta. Los peces habitan en casi cualquier ambiente acuático ya sea permanente o temporal en agua dulce, salobre o salada. Llegan incluso a vivir sin agua en un estado de animación suspendida por periodos largos de tiempos. Así la mayoría de los lagos, ríos arroyos, estuarios, pantanos, ciénegas, pozas de marea, océanos y hasta las cavernas subterráneas son hábitats propicios para los peces (Gallardo *et al.*, 2012).

Los límites de distribución vertical son variados y dependen fundamentalmente de las especies y de si es marina o de aguas continentales; en agua dulce los peces se encuentran prácticamente desde el nivel del mar hasta alturas cercanas a los 5 000 m y en el océano pueden alcanzar profundidades que superan los 10 000 m (Helfman *et al.*, 1997).

La gran diversidad actual de peces nos indica que fueron capaces de adaptarse a la gran cantidad de modificaciones sucedidas en el ambiente acuático primigenio, de manera que hoy pueden vivir en cualquier lugar donde exista agua con las mínimas condiciones bióticas y abióticas (Helfman *et al.*, 1997).

Actualmente existen dos superclases de peces. Los agnatos (peces sin mandíbula) compuesta por la clase Mixines y Lampreas. Los mixinos viven en aguas profundas y a diferencia de las lampreas no son eurihalinos; tienen hábitos alimenticios comúnmente carroñeros y depredadores, tienen ojos muy rudimentarios, su sistema reproductor cuenta con ovarios y testículos en un mismo individuo, pero sin ser hermafroditas. Llegan a crecer hasta un metro (Hickman *et al.*, 1998).

Los petromizontidos, son un grupo caracterizado por la ausencia de mandíbulas, y comprende un poco más de 100 especies actuales y un gran número de formas fósiles (Del Moral *et al.*, 2016).

Los Gnatostomados (peces mandibulados) que incluye a los tiburones, rayas (Elasmobranchii) y quimeras (Holocephali), ubicado en una línea evolutiva más basal y separada de la de los peces óseos, debido a que son organismos condriictios (poseen cartílagos en lugar de huesos); y el grupo de los peces verdaderos o teleósteos, que comprenden a la gran mayoría de los peces conocidos actualmente (Espinosa, 2014).

Los condriictios son una clase de vertebrados conocidos como peces cartilaginosos, en la que se incluye a las subclases elasmobranquios (tiburones, rayas) y a los holocéfalos (quimeras). El cartílago es menos resistente que el hueso, pero suficiente para sustentar a algunos de los animales marinos más grandes. El hidrodinámico cuerpo de los peces cartilaginosos está cubierto por una piel áspera, y poseen aletas rígidas que no pueden plegarse. Sus potentes mandíbulas están provistas de una interminable provisión de dientes trituradores. La mayoría son depredadores, pero las especies más grandes se alimentan del zooplancton que van filtrando mientras nadan con la boca abierta (Del Moral *et al.*, 2016).

La variedad anatómica, fisiológica y conductual son propias según su hábitat y en caso de los peces presentan una gran diversidad de formas que poseen para su sobrevivencia y adaptación (Del Moral *et al.*, 2016).

Existen peces aplanados como los lenguados; comprimidos, como los jureles y palometas que presentan cuerpos altos y delgados; trancos como el pez luna y el pez globo que tienen cuerpos globosos pero truncados uno de sus extremos. También los

hay atenuados como las anguilas, los peces aguja y pipa que poseen la región caudal y cefálica adelgazadas y sus cuerpos son más largos que gruesos. La forma más común y típica de los peces es la fusiforme, como los meros y mojarras; son cuerpos ligeramente aplanados en los lados y más afilados en la cola que en la cabeza que confiere una forma hidrodinámica ofreciendo muy poca resistencia a la fricción (Espinosa, 2014).

Al ser un grupo con una gran diversidad de formas, tamaños y tener una distribución por todo el mundo los peces son un componente importante de las redes tróficas acuáticas debido a que ocupan todos los niveles tróficos posibles (a excepción del primer eslabón que les corresponde a los productores primarios) (Gallardo *et al.*, 2012).

Los peces al ser organismos heterótrofos son animales consumidores, por lo cual cazan o consumen otros individuos para sobrevivir, es así como dependiendo de su dieta se han establecido cuatro categorías generales; las cuales son carnívoros, omnívoros, detritívoros y herbívoros o fitófagos. Esta clasificación de los peces en grupos tróficos ha permitido conocer y relacionar su preferencia alimentaria con otros parámetros ambientales del medio y estudiar a profundidad las relaciones ecológicas de las comunidades que componen su hábitat (Quintans, 2008).

Dependiendo de la especie, los peces pueden ser herbívoros los cuales su dieta únicamente incluye materia vegetal y algas; los carnívoros que se alimentan de otros animales (peces, alevines, crustáceos, moluscos, etc.); Los omnívoros que se alimentan de materia vegetal y animal por igual; detritívoros que se alimentan de restos de materia en descomposición y los peces parásitos que se alimentan de otros organismos sin necesidad de matarlos, por ejemplo los petromizontidos (Allen y Robertson, 1998)

Cuando los huevos eclosionan los peces se alimentan inicialmente de las reservas del saco vitelino, hasta consumirlo completamente, durante este proceso, que lleva algunos días, se completa la formación del tubo digestivo y entonces el pez realiza su primera comida. El tipo de alimentación está relacionado íntimamente con su

anatomía. Las estructuras branquiales y bucales están diseñadas para la ingestión del alimento. Asimismo, los tractos digestivos (Gallardo *et al.*, 2012).

Además de la alimentación como proceso vital de cualquier organismo también lo es la reproducción y en el grupo de los peces podemos observar una gran cantidad de estrategias para llevarla a cabo.

La mayoría de las especies son gonocóricas (sexos separados) con fertilización interna, en la que las hembras proveen de nutrientes a los embriones o huevos, los cuales pueden llegar a ser millones, y para asegurar la supervivencia de la progenie muchas especies muestran cuidados parentales de las crías. Los peces también pueden ser hermafroditas, o manifestar protoginia o androginia secuencial para cambiar de sexo de hembras a machos o viceversa (Espinosa, 2014). En la reproducción de los peces encontramos tres patrones generales muy bien definidos, los vivíparos, los ovovivíparos y los ovíparos.

Los vivíparos son aquellos que "paren" a su cría ya como juveniles completamente formados. El requerimiento del proceso de fertilización interna es una característica de especialización obligada en este grupo. Entre todos los peces que actualmente existen, hay 40 familias con unas 420 especies de los Elasmobranchios o Peces cartilagosos que son la mayoría, que poseen esta estrategia vivípara de reproducción. Los machos de estos grupos poseen una modificación de sus aletas ventrales en forma de órgano copulador, que les sirve para transferir los espermatozoides durante la fertilización interna. En los Osteictios o Peces óseos también encontramos la viviparidad (Del Moral *et al.*, 2016).

Los ovovivíparos, son aquellos donde los huevos son retenidos por la madre hasta la eclosión, pero la nutrición del embrión no depende de la madre sino del vitelo del huevo. La familia Poeciliidae (guppies, mollies y platies) tiene representantes tanto de aguas dulces, salobres así como en aguas marinas. En este grupo encontramos que en los machos es la aleta anal "Gonopodio" la que se modifica para introducir los espermatozoides en la cavidad ovárica de la hembra (Miller, 2009).

La gran mayoría de los peces son ovíparos, lo que quiere decir que los huevos son expulsados al medio y la fertilización es externa la cuales aquella que tiene lugar fuera del cuerpo de la hembra. Esta deposita sus huevos en un nido o los abandona al capricho de las corrientes. Para que estos huevos sean fecundados, resulta indispensable que el macho vierta su esperma sobre ellos en el momento oportuno. (Helfman *et al.*, 1997).

La fusión de los óvulos y los espermatozoides debe producirse en décimas de segundo, por no decir en el mismo instante, porque cualquier corriente o movimientos en el cuerpo de agua es susceptible de dispersar las células sexuales y hacer imposible la fecundación y por consiguiente la reproducción de peces (Del Moral, 2007).

Existen casos especiales cómo el de los selachimorphos o tiburones que, a pesar de ser peces, presentan fecundación interna. Muchos tiburones son ovovivíparos y paren crías bien desarrolladas. Otros, en cambio, ponen huevos con cubiertas duras. De igual manera es frecuente encontrar especies hermafroditas secuenciales; esto significa que, en un momento determinado de su vida, cambian de sexo (Gallardo, 2012).

Y el particular caso de los hipocampos, se trata de una especie monógama, que, durante el apareamiento, la hembra transfiere los huevos a una bolsa que el macho tiene en el vientre. Allí se produce la fecundación y padre los conserva en la bolsa hasta el momento de la eclosión de evitar este tipo de fuentes o referencias muy generales.

Los peces son capaces de sobrevivir en casi cualquier ambiente acuático ya sea permanente o temporal, y son los representantes más importantes del necton en los ambientes acuáticos, ya que constituyen el 99% de este; las especies funcionan como reguladores energéticos y tienen una alta capacidad de desplazamiento dentro de los ecosistemas, lo cual lo que determina complejas interacciones biológicas entre los peces y el entorno físico-ambiental (Yáñez-Arancibia, 1985).

Los peces constituyen un componente clave en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, por ser los organismos con mayores tasas de desplazamiento y en muchos cuerpos de agua, sobre todo dulceacuícolas, también los depredadores tope. Además, por su alimentación los peces pueden generar directa e indirectamente un gran impacto en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas (Toro *et al.*, 2009).

Los peces también pueden promover el subsidio energético a tramas tróficas locales al conectar diferentes comportamientos o hábitos dentro del cuerpo de agua. De forma ecológica se constituyen como eslabones importantes dentro de la red trófica, al ser organismos depredadores y presas de otros animales como peces, aves, reptiles, anfibios, mamíferos e invertebrados (Pedraza, 2011).

Han emergido como indicadores para los programas de monitoreo biológico por muchas razones, entre las que se incluyen su relativa facilidad de captura utilizando artes de pesca convencionales e identificación taxonómica, así como la existencia de una amplia información sobre las historias de vida para muchas de ellas. Además, los elencos generalmente incluyen un amplio rango de especies que representan una variedad de niveles tróficos, comprendiendo aquellas que consumen alimentos tanto de origen acuático como terrestre (Velázquez y Vega, 2004).

Los peces son los organismos mejor conocidos de estos hábitats, tanto por el público general como por los científicos. Estos organismos están presentes en los pequeños cuerpos de agua y aún en aquellos ecosistemas con ciertos niveles de contaminación (Velázquez y Vega, 2004).

Son considerados como reflejo de la pérdida de biodiversidad o integridad biótica (Schleiger, 2000), y los ensambles de peces se reconocen como indicadores confiables que reflejan la salud del ecosistema (Ibarra *et al.*, 2003).

Económicamente constituyen un elemento fundamental en muchos países; los recursos y los productos de la pesca son un componente fundamental en la alimentación y generación de empleo de muchas familias. Actualmente, se estima que las pesquerías constituyen 16% del consumo mundial de proteínas, derivado de la

pesca y acuicultura, la cual suministra más de 100 millones de toneladas de pescado al año (FAO, 2007).

Los peces sobresalen por su gran importancia en la acuariofilia (afición a la cría de peces y otros organismos acuáticos en acuarios), los cuales se crían y conservan en acuarios con fines educativos u ornamentales, así como en la pesca deportiva, actividad cuyo objetivo es la recreación, esparcimiento y competencia, la cual ha crecido de manera importante en los últimos años, en diversas partes de México y el mundo (FAO, 2007).

2.5. OAXACA

El estado de Oaxaca es reconocido por albergar la mayor biodiversidad de fauna y flora terrestre del país, al tener 8 431 especies de plantas vasculares; 3 112 especies de artrópodos y 1 431 especies de vertebrados terrestres (49.1% de las especies del país), de las cuales 129 son de peces dulceacuícolas 133 de anfibios y 245 de reptiles, 736 de aves y 190 de mamíferos. La alta biodiversidad observada en este estado se relaciona con su fisiografía y geomorfología, originadas por una evolución geológica compleja mayor a mil millones de años (Centeno-García, 2004).

El litoral sur del Pacífico mexicano se encuentra delimitado por las costas de los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Los estudios en esta área han recibido menor atención científica en comparación con otras áreas del mismo litoral en México (por ejemplo, el Golfo de California). En contraste con la parte terrestre, los estudios en el medio marino del estado de Oaxaca han sido escasos; sin embargo, se ha contabilizado una biodiversidad marina y costera representada por cerca de 2 157 especies (Bastida *et al.*, 2013).

En el Océano Pacífico, Oaxaca tiene una franja litoral de 597.5 km, 8 623 km² de plataforma continental, 10 733 km² de mar patrimonial y 184 000 km² de zona marítima económica exclusiva; en este litoral se encuentran 170 000 ha de ecosistemas

estuarinos, de las cuales 145 000 ha son lagunas costeras en 61 sistemas lagunarios (Bastida *et al.*, 2013).

Dicho litoral colinda al norte con el estado de Guerrero y al sur con Chiapas. Con respecto a la ictiofauna marina, presentan un inventario a nivel estatal donde se refieren la existencia de 594 especies de peces marinos y costeros (Bastida *et al.*, 2013).

Hasta el momento no existe un listado de los peces marinos donde se corrobore su posición sistemática actual ni sus patrones generales de distribución. Existen listados enfocados a regiones muy particulares, como lo son arrecifes coralinos, bahías y lagunas costeras (Del Moral *et al.*, 2016).

Además, se ha evaluado la composición ictiofaunística del Golfo de Tehuantepec, sin embargo, dada su extensión geográfica compartida entre Chiapas y Oaxaca, es difícil distinguir las especies de cada estado (Acal y Arias, 1990).

En las cuencas hidrológicas de Oaxaca habitan 127 especies (25.4% de las especies continentales estimadas y 33.1% de las dulceacuícolas estrictas reportadas para México), que pertenecen a 67 géneros (65.7% de los géneros dulceacuícolas estrictos encontrados en México), 34 familias (72.3% de las familias continentales estimadas en México) y 16 órdenes (39% de todos los citados en el país). De las especies, 115 son nativas (23% de las especies continentales estimadas y 30% de las dulceacuícolas estrictas reportadas para el país), es decir, 90.6%. 14 son introducidas (2.8% de las especies continentales estimadas y 3.7% de las dulceacuícolas estrictas reportadas para México); esto significa 11% de las especies encontradas en Oaxaca) (Del Moral *et al.*, 2007).

2.6 RELACIÓN TALLA-PESO

Para comprender el papel que ejercen los peces en los ecosistemas acuáticos, es necesario conocer sus aspectos biológicos como lo son sus hábitos de alimentación,

reproducción (estado gonádico, desove, etc.), distribución geográfica (Mc eachran *et al.*, 1998).

Dentro de estos parámetros, la relación Longitud-Peso es clave para entender el patrón de crecimiento del recurso y estimar valores de biomasa a partir de grupos de talla, o incluso, para identificar variaciones del estado físico y salud de las poblaciones, muchas veces asociada a la calidad y estado de conservación de los hábitats acuáticos (Froese *et al.*, 2011) el cual es esencial para los modelos de evaluación de poblaciones.

El estudio de las relaciones longitud-peso y los índices de condición en peces proporcionan información indirecta sobre el crecimiento, madurez, reproducción, nutrición y por ende del estado de salud de las poblaciones. Ello permite efectuar estudios comparativos interpoblacionales (Granado, 1996).

Por lo general, los modelos de evaluación de poblaciones utilizan una relación paramétrica entre el peso y la longitud o la edad (Han y Helser, 2004). Estos datos son esenciales para un gran número de estudios; entre ellos la estimación del peso promedio del pez basado en la longitud conocida de estos (Beyer, 1987); para calcular la biomasa del stock (Martin-Smith, 1996); índices de condición, en el análisis de los cambios ontogenéticos y para las comparaciones entre regiones del tipo de crecimiento, en estudios morfométricos, para las comparaciones interespecíficas e intrapoblacionales, como un índice práctico de la condición de los peces (Barros *et al.*, 2001), y para la estimación de las tasas de crecimiento, estructura de edad y otros aspectos de la dinámica de las poblaciones (Harrison, 2001).

Modelar la relación entre la longitud y el peso de una especie de pez se consideró hace muchos años un análisis de rutina, para el cual los resultados no justificaban publicación o se había menospreciado por tener poco valor. Sin embargo, la revisión de métodos y el meta análisis de una gran cantidad de relaciones longitud-peso demostraron que un análisis sintético de las relaciones longitud-peso para las especies pueden proporcionar información importante sobre la ecología de esa especie (Froese, 2006).

En los peces el crecimiento responde a una relación en la cual el peso corporal como una potencia de la longitud ($W=aL^b$) donde W es el peso total en gramos del pez, L es la longitud total en milímetros y a y b son constantes, siendo b la constante de alometría. Normalmente el valor de b , en condiciones naturales oscila entre 2.5 y cuatro (Granado,1996).

Por su parte, el factor de condición, comúnmente designado como K , es utilizado para comparar la condición de un pez o población, basándose en que los peces de mayor peso, a una determinada longitud, presentan una mejor condición (Froese, 2006).

La exploración de las relaciones biométricas, particularmente las que se refieren a la longitud-peso y el factor de condición (K), son descriptores de gran interés en la biología de las poblaciones (Valencia-Santana y Valencia-Santana, 2015), sobre todo de organismos ectotermos como los peces, ya que estos por su condición (dependientes de factores ambientales) son muy susceptibles a las variaciones y cambios, lo cual puede aportar información fundamental sobre su crecimiento y su estado nutricional y reproductivo. Asimismo, son parámetros ampliamente utilizados para comparar la condición de poblaciones que habitan en sistemas acuáticos con distintos grados de perturbación (Cifuentes *et al.*, 2012).

Se han evidenciado que la mayoría de las especies (>90%) poseen un crecimiento isométrico evidenciado por una tendencia general al aumento del grosor, proporcional a la talla, durante el crecimiento (Froese, 2006).

Conocer la información comparativa básica de estas poblaciones acuáticas que habitan en ecosistemas prístinos o perturbados es muy importante para entender la dinámica de los cambios o los efectos en otras especies sometidas a impactos antropogénico (Ceballos *et al.*, 2009)

2.7 PESCA RIBEREÑA

La pesca ribereña, al igual que la agricultura, han sido prácticas milenarias que representan un pilar en la alimentación y subsistencia de las poblaciones humanas. Hay registro de que la pesca ha jugado un papel fundamental no sólo económicamente, sino también como parte de una conformación de identidad colectiva entorno al trabajo, que está relacionado con la posición geográfica, es decir la cercanía al mar, zonas de estero y recursos acuáticos, con los que han contado las personas originales de la región (FAO, 2020).

La pesca como tal consiste en la captura de especies acuáticas tanto en agua salada como dulce, para el consumo propio o para la posterior comercialización. Entre las especies cazadas se encuentran peces, moluscos y diferentes tipos de mariscos, esta es una de las principales actividades económicas en varias partes del mundo, especialmente en las zonas costeras. Desde el punto de vista etimológico la palabra proviene de “piscis”, término de origen latín que significa pez (Heemstra *et al.*, 1997).

A nivel mundial, millones de personas realizan actividad pesquera artesanal o también conocida como pesca a pequeña escala. Este arte ha existido desde hace miles de años, y su continuidad en muchos lugares no ha supuesto grandes cambios en sus procedimientos. En general, las técnicas empleadas para la actividad pesquera artesanal son más respetuosa para el medio marino, que las incorporadas en sus faenas por la gran industria (FAO, 2003).

Aunque la pesca de subsistencia existe en todas las comunidades que están cerca de cuerpos de agua en el sur de México, hay muy poca investigación realizada sobre los mismos debido a la dificultad inherente a su estudio. La investigación en colaboración también es escasa. Los proyectos colaborativos de investigación que los pescadores de pareja, personal de la agencia, profesionales e investigadores con la intención de obtener una mayor comprensión de las pesquerías es relevante para los administradores de recursos naturales (Inda-Díaz *et al.*, 2009).

Este tipo de pesca es practicada generalmente por pequeñas embarcaciones, los cuales utilizan la pesca una parte para el autoconsumo y la pesca restante para la

comercialización en los mercados, no usa métodos destructivos con el entorno como el arrastre, lo que permite seleccionar especies de peces y evitar capturas de especies sobreexplotadas o peces pequeños.

La pesca artesanal al ser una fuente de empleo, es considerada como un motor económico para un sin número de familias, desempeñadas normalmente por hombres los cuales han tenido conocimiento de las misma por sus ancestros o han aprendido por una mejor estabilidad, además, este tipo de pesca se preocupa de cuidar el ambiente por lo cual, no utilizan herramientas contaminantes; cabe recalcar que, en la actualidad esta se vea en lugares aledaños o con muy poco avance tecnológico debido al alcance que ha tenido poco a poco las pescas industriales (CONAPESCA, 2020).

La pesca artesanal ha sido y es una actividad importante para el desarrollo de las regiones. Desde años atrás ha sido utilizada para el autoconsumo, empleando técnicas tradicionales sin emplear tecnología. Por medio del recurso financiero es factible la obtención de los demás recursos, importantes en el desarrollo de cualquier actividad que se ejecute, tanto los recursos humanos como los materiales y financieros son factores imprescindibles (López, 2018).

Las artes de pesca utilizadas por los pescadores varían dependiendo las especies y la selección (Morales, 2007). Atarraya - Una red circular con pesos pequeños distribuidos alrededor de sus bordes. Esta red es utilizada por una persona que arroja o lanza la red a cualquiera parte de un barco de pesca o desde el suelo de tal manera que se propaga en el agua y se hunde (Morales, 2007).

La red de tiro o de chinchorro de playa; es una especie de gran saco que se mantiene abierto horizontalmente, esto es gracias a un tejido especial que lo mantiene vertical, mediante su propio flujo, con el apoyo de flotadores el chinchorro se cala de forma semicircular y luego se arrastra sobre el fondo hasta recuperarlo en la playa. Este tipo de actividad pesquera artesanal, en la actualidad es realizada por los habitantes de algunas caletas pesqueras (Navarro, 2015).

III. ANTECEDENTES

Regan (1908) publicó un trabajo sobre peces de las zonas tropicales de México y de Centroamérica, realizando un estudio sobre la ictiofauna tropical de agua dulce de México y Centroamérica. La diversidad y riqueza de peces mexicanos ha sido estudiada desde el siglo pasado, cuando se conocía la existencia de aproximadamente 2 000 especies (Castro-Aguirre y Balart, 1993) y 2 117 especies (Espinosa *et al.*, 1993) en el territorio mexicano.

Miller (2009), documentó la ictiofauna dulceacuícola de México; registrando un total de 505 especies de peces de agua dulce primarias y secundarias. Incluyendo las diagnósticos de las familias y especies, mapas de distribución y claves dicotómicas para su determinación taxonómica. Además, para ampliar el conocimiento de la biota acuática mexicana, incluye estudios referentes al ciclo de vida, sistemáticos y geohistoria de las especies y familias.

Dentro de los autores más recientes que analizan aspectos de la ictiofauna mexicana, destacan los estudios realizados por Espinoza-Pérez (2014) quien realizó el inventario más completo sobre la diversidad íctica de México en cual reporta 2 763 especies de peces, lo que representa el 9.8 % del total de los peces conocidos en el mundo; la cual está conformada por 505 peces dulceacuícolas, 2 224 marinos y 563 estuarinos y vicarios.

El estudio de Barón *et al.* (1991) constituye el primer intento por conocer la ictiofauna dulceacuícola de Oaxaca y su distribución; encontraron 115 especies continentales, 61 géneros y 36 familias.

Del Moral *et al.* (2007), presentan un listado de los peces marinos de Oaxaca, que abarca el litoral sur del Pacífico mexicano, documentaron que la composición de peces está conformada por 487 especies, agrupadas en 36 órdenes, 108 familias y 284 géneros. Adicionando tres registros meridionales de *Echinorhinus cookei*, *Heterodontus mexicanus* y *Masturus lanceolatus*. Las familias con mayor riqueza fueron Sciaenidae con 30 géneros, Carangidae con 28 géneros y Haemulidae con 24 géneros.

Otro estudio sobre Ictiofauna marina oaxaqueña es el de Ramírez *et al.* (2007), En el cual reportaron para el Parque Nacional Huatulco, Bahía San Agustín un total de 64 especies, 46 géneros y 29 familias. Lo que establece a la Bahía como el arrecife coralino más importante del Parque.

Núñez *et. al.* 2013, determinaron la Ictiofauna y la composición en la franja sublitoral del Golfo de Tehuantepec entre los estados de Oaxaca y Chiapas, México. Logrando registrar a 62 especies clasificadas en 47 géneros y 24 familias. Decretando la gran importancia de la biodiversidad que alberga la franja de esta región y su importante conservación, en donde se propone evitar la actividad de pesca de cualquier tipo. Juárez-Hernández (2013) analizó y describió las comunidades de la ictiofauna en dos bahías de Huatulco. Obteniendo ambas localidades un total de 2 874 individuos, pertenecientes a 42 especies. Las familias mejor representadas fueron Pomacentridae y Labridae; y *Thalassoma lucasanum*, *Chromis atrilobata*, *Stegastes acapulcoensis* y *Microspathodon dorsalis* fueron las especies dominantes.

De las 505 especies dulceacuícolas de México (18.2%), destacan 145 primarias o dulceacuícolas obligadas, y aproximadamente 350 se consideran secundarias por tolerar por tiempos variables los ambientes marinos (Espinosa *et al.*, 2011). Destacan también las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la Nom-059-Semarnat-2010, las cuales constituyen el 7.2% del total (201 especies), de las cuales 37.2% son parte de las 505 especies de agua dulce (Cuadro 1). Es importante señalar que, en muchos casos, las especies se han declarado en riesgo debido a la presencia de peces exóticos, actualmente considerados como especies invasoras; de las cuales se tiene un total de 26 conocidas para los cuerpos de agua mexicanos (0.94%) (Contreras-Balderas *et al.*, 2008; CONABIO, 2010).

IV. OBJETIVOS

GENERAL

Determinar la composición y riqueza de peces de la cuenca de río Ostuta y la relación talla-peso de las especies dominantes.

PARTICULARES

- Determinar la composición de peces de la cuenca del río Ostuta, Oaxaca.
- Determinar la riqueza y abundancia de peces de la cuenca del río Ostuta, Oaxaca.
- Determinar la relación talla-peso de las especies ícticas más dominantes de la cuenca.

V. ZONA DE ESTUDIO

La región del acuífero Ostuta se ubica entre los paralelos $16^{\circ} 00'$ y $16^{\circ} 50'$ de la latitud norte y los meridianos $94^{\circ} 00'$ y $94^{\circ} 50'$ de longitud, al oeste del meridiano de Greenwich, cubriendo una superficie aproximada de 3,785 km². (Figura No. 1). Se localiza en la parte sur-oriente del estado de Oaxaca, en la zona costera del Golfo de Tehuantepec que limita con el estado de Chiapas (Diario Oficial de la Federación, 2015).

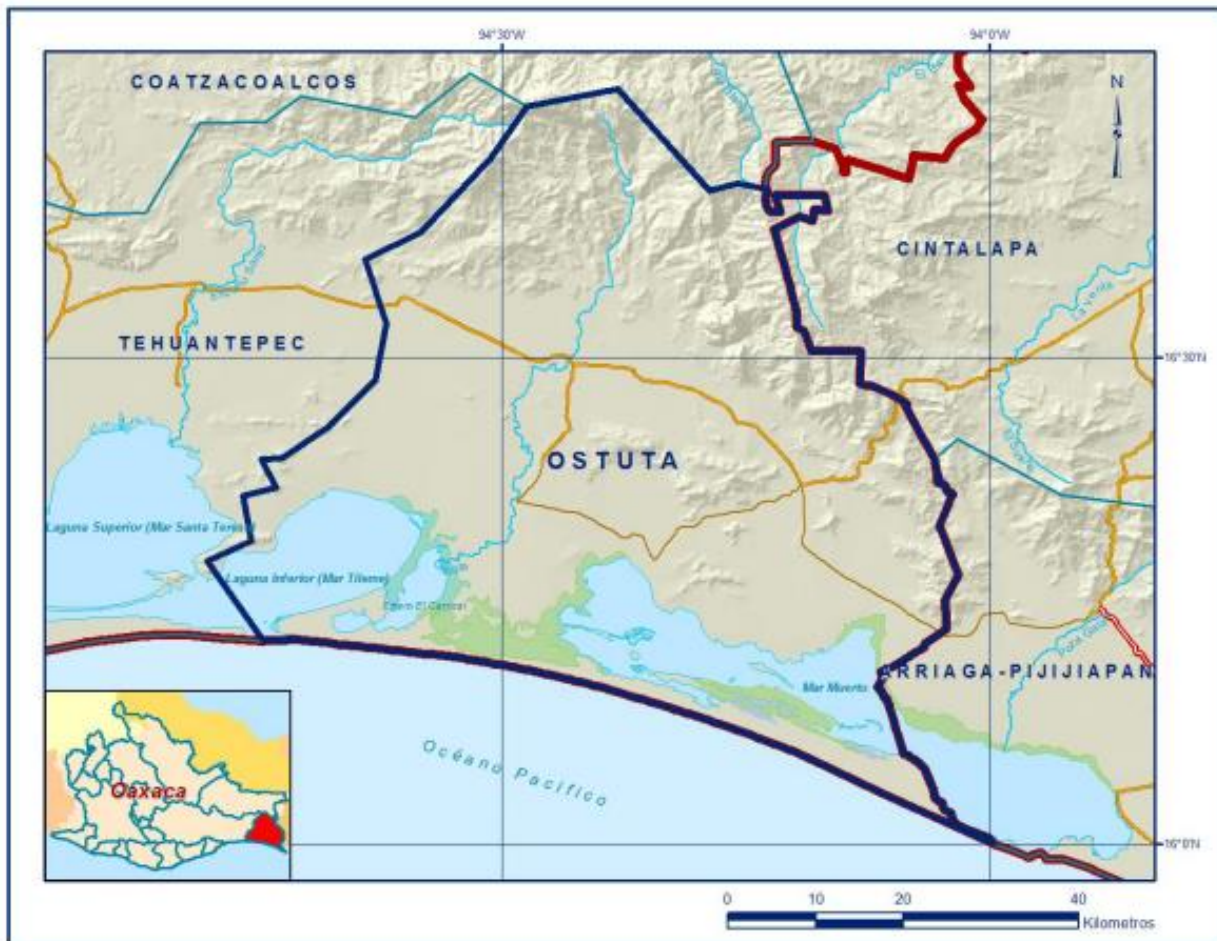


Figura.1 Cuenca del río Ostuta, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México (Fuente: CONAGUA, 2008).

Dentro de los límites del acuífero se encuentran los municipios de San Francisco Ixhuatán, Santo Domingo Zanatepec, San Francisco del Mar, San Pedro Tapanatepec, Chahuities y Reforma de Pineda; de manera parcial los municipios San Miguel Chimalapa, Santiago Niltepec y San Dionisio del Mar. Los poblados más importantes dentro de la zona de estudio son: Unión Hidalgo, San Francisco del Mar, La Venta, Niltepec, Reforma, Ixhuatán, Zanatepec, Tapanatepec y Chahuities.

Las ciudades más importantes, cercanas a la región son: Juchitán de Zaragoza, Santo Domingo Tehuantepec y Salina Cruz. Dentro del área de interés existe una población aproximada de 40,000 habitantes. Los principales poblados dentro de los límites del acuífero son: San Pedro Tapanatepec, Reforma de Pineda, Chahuities, Santo Domingo Zanatepec, Santiago Niltepec y San Francisco del Mar Viejo (Diario Oficial de la Federación, 2015).

Existen además las vías de ferrocarril que comunica Juchitán, Oax. con Tapachula, Chis., que corre paralela a la carretera No. 190, desplazada unos 15 a 20 km hacia el sur. El resto de la zona está comunicada a través de brechas y veredas transitables solamente en tiempo de estiaje. El aeropuerto de ruta comercial más próximo está en la ciudad de Ixtepec, a unos 16 km al norte de Juchitán, Oax., y el puerto marítimo más cercano es el de Salina Cruz, Oax., en donde también se cuenta con un aeropuerto aproximadamente a 45 km al poniente de este poblado (Diario Oficial de la Federación, 2015).

La actividad principal de la región es la ganadería, en menor escala la agricultura, con el ingenio de Santo Domingo, en donde se cultiva caña de azúcar, correspondiendo al comercio la actividad de menor importancia (Diario Oficial de la Federación, 2015).

Los Consejos de Cuenca son instancias de coordinación y concertación entre la Comisión Nacional del Agua, las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal, municipal y los representantes de los usuarios de la respectiva cuenca hidrológica. Su objetivo es formular y ejecutar programas y acciones para la mejor administración de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios respectivos y la preservación de los recursos de la cuenca. El acuífero Ostuta

pertenece al Consejo de Cuenca de la Costa de Oaxaca, instalado oficialmente el 7 de abril de 1999.

No se tiene a la fecha instalado el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS). Los Consejos Ciudadanos del Agua Estatales son canales de participación en los ámbitos locales que trabajan a favor de la difusión de información del agua, tendiente a fomentar su cuidado y uso sustentable. En el estado de Oaxaca con fecha 2 de noviembre del 2000, se instaló el Grupo del Agua (Diario Oficial de la Federación, 2015).

En 1972, se realizó el informe del “Estudio Geohidrológico Preliminar en la Zona del Río Ostuta, Oaxaca”, por la empresa HIDROTEC, S.A. (Diario Oficial de la Federación, 2015).

Los estudios de la región, en el área comprendida entre el límite oriental del Distrito de Riego de Tehuantepec al poniente, la Sierra Madre del Sur al norte y oriente y el Golfo de Tehuantepec, al sur, están constituidos por los escurrimientos superficiales de los ríos Chicapa, Cazadero, Niltepec, Ostuta y Tapanatepec y los almacenamientos subterráneos de los materiales de relleno que forman los valles de estos 5 ríos; los ríos Chicapa, Niltepec y Ostuta, con su afluente el Zanatepec, descargaron a los valles un volumen medio anual en el periodo 1948-1972 de $912 \times 10^6 \text{ m}^3$, de los cuales únicamente $41 \times 10^6 \text{ m}^3$, procedentes del río Chicapa, son aprovechados para el riego de unas 1,300 ha, en los terrenos del ingenio de Santo Domingo. El volumen restante se descarga por los cauces de los ríos que cruzan los valles, hacia las lagunas marginales que se localizan al sur de la región (Diario Oficial de la Federación, 2015).

La zona pertenece a la vertiente del Pacífico, en el extremo oriental de las provincias fisiográficas del área montañosa de Guerrero-Oaxaca, comprendiendo las planicies, lagunas y esteros del Golfo de Tehuantepec. En general, se trata de una planicie costera con una amplia variable de 15 a 40 km, de poco relieve, que se encuentra en un periodo de estabilización, lo cual se confirma por las planicies aluviales y barras que se han formado. Esta planicie queda interrumpida por algunas elevaciones montañosas de origen volcánico y metamórfico con alturas del orden de

200 a 500 msnm. El sistema de drenaje se encuentra poco desarrollado en la parte de la planicie, por la baja pendiente existente, observándose sólo los ríos Espíritu Santo, Cazadero, Niltepec y Ostuta, en etapa de madurez. En las partes de las sierras, el drenaje se encuentra más desarrollado en etapa juvenil.

El clima que prevalece en la región es tropical lluvioso, extremadamente cálido, con fuertes vientos que soplan en forma continua por varios días de norte a sur y con menor frecuencia de sur a norte (Diario Oficial de la Federación, 2015).

La temperatura media anual, obtenida con la información de las estaciones climatológicas: Ostuta, Zanatepec, San Pedro Tapanatepec, Niltepec, El Hicaco, Reforma de Pineda, Chahuities y San Francisco del Mar; es de 26.85° C, lo que supone uniformidad en la región, aunque las mínimas varían entre 5 y 10° C para los primeros meses del año y las máximas entre 40 y 49° C para el verano (Diario Oficial de la Federación, 2015).

La precipitación media anual es de 1,177.42 mm, valor promedio obtenido de las mismas estaciones climatológicas (Diario Oficial de la Federación, 2015).

El drenaje superficial es de norte a sur y está conformado, principalmente, por los siguientes ríos: Espíritu Santo, que posteriormente cambia su nombre a Chicapa; Cazadero; Niltepec; Ostuta, con sus afluentes los ríos Zanatepec y Tapanatepec. El drenaje de estos ríos establece una división fisiográfica, de acuerdo con las estaciones hidrométricas sobre algunos de ellos, que permiten dividir la región en 14 zonas, de las cuáles dos corresponden a la cuenca del río Chicapa, una al Cazadero, dos al Niltepec, tres al río Ostuta, una al río Tapanatepec y cinco más que no tienen escurrimientos de importancia (Diario Oficial de la Federación, 2015).

El río Chicapa nace en la Sierra Madre del Sur, al norte de la zona, a una elevación de 2,200 msnm, con el nombre del río Espíritu Santo; baja de la sierra pasando por el ingenio de Santo Domingo y la Venta hasta llegar al poblado de Chicapa de Castro, para desembocar en la Laguna Superior. A partir del ingenio de Santo Domingo, cambia de nombre a río Chicapa. Su extensión es de 72 km y cuenta con una estación hidrométrica del mismo nombre sobre el puente de la carretera

internacional Cristóbal Colón, a 5 km del ingenio de Santo Domingo. Hasta esta estación, el río drena un área de 435 km², constituidos esencialmente por superficie montañosa y aguas abajo de ésta, después de pasar frente a los poblados La Venta, Unión Hidalgo y Chicapa de Castro, drena un área adicional de 146 km², en lo que constituye una extensión total de 581 km² (Diario Oficial de la Federación, 2015).

El río Cazadores nace al sur del río Chicapa, recogiendo los escurrimientos entre los cerros Guajolote y Atravesado. Desemboca en la Laguna Superior, 2 km al oriente de la desembocadura del río Chicapa, después de un recorrido de 50 km, en el cual cruza el valle que se localiza entre Unión Hidalgo y Niltepec. El área de esta cuenca cubre una extensión de 474 km² y se localiza al occidente de la población Niltepec. Por su parte, el río Niltepec nace al noreste del poblado de mismo nombre, en la Sierra Madre del Sur, en la cota de 2 200 msnm; sus escurrimientos se descargan en la parte oriental de la Laguna Inferior; su recorrido es de 45 km, drenando un área total de 422 km² (Diario Oficial de la Federación, 2015).

Este río cruza la parte oriental del valle de Unión Hidalgo, para, posteriormente, entrar en una formación compacta que se localiza al sur del poblado de Niltepec y desembocar en la Laguna Inferior, en un pequeño valle al occidente del valle de San Francisco Ixhuatán. Su drenaje es muy ramificado al norte de Niltepec, donde corta muy pocos rellenos. Este río debe drenar los rellenos que se localizan al sur y algunos suelos residuales antes de su desembocadura, presentando un drenaje muy abierto debido al relieve topográfico. Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Ostuta, estado de Oaxaca 11 Al igual que los otros ríos de la zona, el río Ostuta nace en la Sierra Madre del Sur, a una altitud de 2 300 msnm, tiene un desarrollo de 65 km hasta su desembocadura en la Laguna Oriental (Diario Oficial de la Federación, 2015).

Su principal afluente es el río Zanatepec que se le une al norte del poblado Huanacastal; después, bajo el nombre de río Ostuta, pasa por las poblaciones de Reforma y San Francisco Ixhuatán. La estación hidrométrica Ostuta mide las corrientes de este río antes de su confluencia con el Zanatepec. Hasta esta estación drena un área de 449 km², la cual constituye una zona de sierras, localizada en la parte anterior

a la planicie costera, que tiene un drenaje muy ramificado (Diario Oficial de la Federación, 2015).

El río Zanatepec, en su estación Zanatepec, mide los escurrimientos que se drenan en un área de 267 km², aguas abajo de estas dos estaciones drena una serie de arroyos, de los cuales el principal es el Zuluapa, que se forma al norte del cerro El Mirador y que se une al Zanatepec antes de su confluencia con el Ostuta. El área total de su cuenca es de 1,290 km²; la superficie de esta cuenca hasta la población de Reforma tiene una forma casi regular, con amplitud este-oeste de 35 km y norte-sur de aproximadamente 40 km, donde se localiza todo el drenaje del área (Diario Oficial de la Federación, 2015).

Aguas abajo de esta población, la cuenca se estrecha hasta la desembocadura del río de la Laguna Oriental, en una franja de aproximadamente 4 km de ancho. Al oriente de la cuenca del río Ostuta se localiza la del río Tapanatepec, el cual nace en el parteaguas continental cerca de los límites de los estados de Chiapas y Oaxaca. (Diario Oficial de la Federación, 2015).

Al bajar a la sierra, entra en un valle que se localiza entre los poblados de San Pedro Tapanatepec y Chahuites, posteriormente, descarga sus aguas en la parte oriental del Mar Muerto. Su longitud es de 55 km y drena un área de 425 km², localizada entre el cerro Loma Alta y la sierra de Chiapas. Los escurrimientos de este río no son medidos en ninguna estación hidrométrica, por lo que no se conoce su descarga hacia el Golfo de Tehuantepec (Diario Oficial de la Federación, 2015).

La zona de Ostuta se localiza en dos Regiones Hidrológicas, la porción poniente del acuífero a la Región Hidrológica No. 22 “Tehuantepec” y la porción oriente a la Región Hidrológica No. 23 “Costa de Chiapas” (Diario Oficial de la Federación, 2015).

El paisaje geológico de la región es el de un valle en la parte sur y el de sierras escarpadas en la parte norte, correspondiendo para el primero una etapa geomorfológica de madurez y para el segundo, una etapa de juventud o juventud tardía. Actualmente, los valles citados anteriormente, están siendo labrados por corrientes de régimen permanente que descienden de las sierras y desembocan en la

línea costera del Golfo de Tehuantepec, relleno las lagunas marginales y los esteros (Diario Oficial de la Federación, 2015).

Al oriente del área, entre el poblado de Santo Domingo Zanatepec y San Pedro Tapanatepec, algunos afloramientos de cuerpos intrusivos del Paleozoico, corresponden a granitos y se encuentran intrusionando, en algunas localidades, a las rocas metamórficas pre-existentes, y al sur oriente existen grandes cuerpos de este mismo material constituido en su mayor parte por rocas graníticas y dioríticas. El material aluvial se encuentra distribuido en tres zonas dentro del área, que son: la primera, al sur del Ingenio de Santo Domingo, formando los valles de los ríos Espíritu Santo, Cazadero y Niltepec, hasta antes del Rancho El Chorro; la segunda, es del valle del río Ostuta, donde se encuentra el poblado San Francisco Ixhuatán, y la tercera, en el extremo oriente, en el valle de San Pedro Tapanatepec y de Chahuities (Diario Oficial de la Federación, 2015).

En el primer valle mencionado, el espesor de estos materiales de relleno, de acuerdo con los Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Ostuta, estado de Oaxaca 13 resultados de las exploraciones geofísicas, es del orden de 60 m y en los dos valles siguientes, el central tiene 35 m, y el de la porción central, el espesor desciende considerablemente hasta 20 m en promedio. Estos rellenos están constituidos por depósitos de grava, arenas y limos, formando planicies aluviales costeras. Cerca de la línea de costa existen esteros y lagunas marginales, en cuyos alrededores se han depositado materiales característicos de costa, como son dunas y barras arenosas (Diario Oficial de la Federación, 2015).

VI. MÉTODO

6.1 DISEÑO DE MUESTREO

Durante el periodo comprendido entre febrero 2018 a enero 2019, se realizaron diez estancias en campo y se muestrearon mensualmente ocho sitios, distribuidos en el cauce principal del río Ostuta (Cuadro 1, Figura 1). Las localidades fueron georeferenciadas con un GPS (Magellan, Blazer 12) y se trató de que incluyeran diferentes tipos de hábitat como remansos, pozas y algunos tributarios, contemplando, además, la accesibilidad a ellos.

Cuadro 1. Descripción geográfica de los puntos de muestreo del río Ostuta por estación, localidad, municipio y sus coordenadas respectivamente.

ID	Localidad	Municipio	UTM X	UTM Y
I	Río Guamol	Niltepec	343379,26	1824406,31
II	Tributario del río Ostuta, camino a Horizonte	Reforma de pineda	349226,65	1825571,35
III	Río Ostuta- Carretera	Reforma de pineda	346801,79	1824467,24
IV	Río Ostuta- Paso Mico	San F. del Mar	338677	1803934
V	Río Ostuta- Rancho Miguel Aquino	Reforma de pineda	341888	1816198
VI	Río Ostuta- Horizonte	Zanatepec	351963	1832743
VII	Río Tamarindo	Zanatepec	347575	1822247
VIII	Tavales-Río Ostuta	Zanatepec.	335090	1802879

6.2 COMPOSICIÓN

Para documentar la composición de especies se emplearon distintas artes de pesca. Debido a la heterogeneidad de estos ambientes y los diversos hábitos de las especies, mediante la utilización de una atarraya tipo camaronera (cuatro metros) y una red tipo

chinchorro (tres por dos metros; 5 mm de luz de malla), además de los ejemplares capturados en la pesca ribereña. Los ejemplares capturados fueron fijados en formalina a los 10%, preservados en alcohol al 70% y etiquetados. El material identificado se depositó en la colección de Ictiología del Museo de Zoología en el Instituto de Ciencias Biológicas de UNICACH (MZ-UNICACH).

El material recolectado fue identificado taxonómicamente hasta el nivel de especie, para lo cual se emplearon las claves de Fischer *et al.* (2009) y Miller *et al.* (2009), las diagnósticos de referencia de Allen y Robertson (1994) y Bussing y López (1994), así como de publicaciones recientes sobre taxa particulares. El arreglo taxonómico de las especies se realizó con base a Nelson (2016) para el nivel de orden y familia, para el estatus de conservación y endemismo se consultó la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) y del libro rojo de la UICN (UICN, 2019).

6.3 RIQUEZA Y ABUNDANCIA

La riqueza específica se determinó por el número de especies totales acumuladas que se registraron en la cuenca; además se estimó la riqueza por cada uno de los sitios de muestreo. La riqueza fue estimada como el número de especies capturadas, por sitios de muestreo.

La abundancia fue expresada como la captura por unidad de esfuerzo; es decir el número de ejemplares capturados, por especie, y por sitios de muestreo. El esfuerzo aplicado fueron los peces capturados por lances de atarraya (10 lances) y el tiempo de arrastre del chinchorro (30 minutos).

6.4 RELACIÓN TALLA-PESO

De las especies encontradas en la cuenca del río Ostuta, solo las especies dominantes (aquellas que presentaron más de 10 ejemplares recolectados) fueron consideradas para el análisis de la relación talla-peso, siendo en total 1 136 individuos

que fueron medidos (longitud patrón: L_p ; precisión de 0.1 cm) y pesados (peso en gramos: W ; precisión 0.1 g) dentro del Museo de Zoología de la UNICACH.

La relación talla-peso fue estimada mediante el modelo potencial $W = aL^b$; el parámetro b en este modelo de crecimiento alométrico varía generalmente entre 2.5 y 3.5. Cuando $b = 3$, la relación se dice que es isométrica, es decir, ejemplares pequeños mantienen la misma forma y condición que en ejemplares grandes (Froese, 2006).

Para probar las posibles diferencias significativas entre los valores estimados de $b=3$ se utilizó el intervalo de confianza (95%) para el parámetro b . La estimación de los parámetros de dicho modelo se realizó por mínimos cuadrados. Los parámetros de las relaciones potenciales se calcularon utilizando el software R 3.0.2 (R Development Core Team 2013) usando el paquete "CAR" (Fox and Weisberg 2011).

VII. RESULTADOS

7.1 COMPOSICIÓN ICTIOFAUNÍSTICA

Dentro de la cuenca del río Ostuta se recolectaron un total 1 155 ejemplares con un total de 16 especies de peces, agrupadas en seis órdenes, ocho familias y 13 géneros de peces óseos (Cuadro 2); una especie, *Rhamdia guatemalensis*, está catalogada en la NOM-ECOL-059 como especie bajo Protección Especial (Pr), y una especie es exótica invasora, la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Los órdenes que presentaron el mayor número de familias fueron Cyprinodontiformes y Perciformes (dos de cada una), y las familias con el mayor número de especies fueron Cichlidae y Poeciliidae, con cuatro y tres especies respectivamente, que en conjunto albergan el 46.6 % de la ictiofauna de la cuenca del río Ostuta. En el cuadro 3 se presenta la lista sistemática de las especies recolectadas en la zona de estudio.

Cuadro 2.-Número de especies registradas por familias y órdenes de peces, en la cuenca del río Ostuta, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

Orden	Familia	Genero	Especies
Cyprinodontiformes	2	3	4
Characiformes	1	2	2
Siluriformes	1	1	2
Atheriniformes	1	1	1
Cicliformes	1	4	4
Perciformes	2	2	3
TOTAL	8	13	16

Cuadro 3. Lista sistemática de la ictiofauna de la cuenca del río Ostuta, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Clasificación ecológica: DS (Dulceacuícola primaria), DS (Dulceacuícola secundaria), P (Periférica), PV (Periférica vicaria); Ex (Exótica). Ed (endémica).

Orden	Familia	N°	Especie	Clasificación
Characiformes	Characidae	1	<i>Astyanax aeneus</i> (Günther, 1860)	DP
		2	<i>Roeboides bouchellei</i> Fowler 1923	DP
Siluriformes	Heptapteridae	3	<i>Rhamdia guatemalensis</i> (Günther, 1864)	DP, Ed
		4	<i>Rhamdia parryi</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1888)	DP
Atheriniformes	Atherinopsidae	5	<i>Atherinella guatemalensis</i> (Günther, 1864)	PV
Cyprinodontiformes	Anablepidae	6	<i>Anableps dowei</i> Gill 1861	DS
	Poeciliidae	7	<i>Poecilia sphenops</i> (Valenciennes, 1846)	DS
		8	<i>Poeciliopsis fasciata</i> (Meek, 1904)	DS
		9	<i>Poeciliopsis pleurospilus</i> (Günther, 1866)	DS
Cicliforme	Cichlidae	10	<i>Astatheros macracanthus</i> (Günther, 1864)	DS
		11	<i>Amphilophus trimaculatus</i> (Günther 1867)	DS
		12	<i>Vieja zonata</i> (Meek, 1905)	DS
		13	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Ex
Perciformes	Eleotridae	14	<i>Dormitator latifrons</i> (Richardson, 1844)	P
	Centropomidae	15	<i>Centropomus nigrescens</i> Günther 1864	P
		16	<i>Centropomus viridis</i> Lockington 1877	P

7.2 RIQUEZA Y DISTRIBUCIÓN

La riqueza total acumulada en la cuenca del río Ostuta fue de 16 especies. Los sitios de muestreo con el mayor número de especies registradas fueron el sitio I, II, III y VI con siete especies cada uno, seguido de los sitios VII y VIII con un total de seis especies cada uno y los sitios IV y V con cuatro especies cada uno (Figura 2, Cuadro, 3)

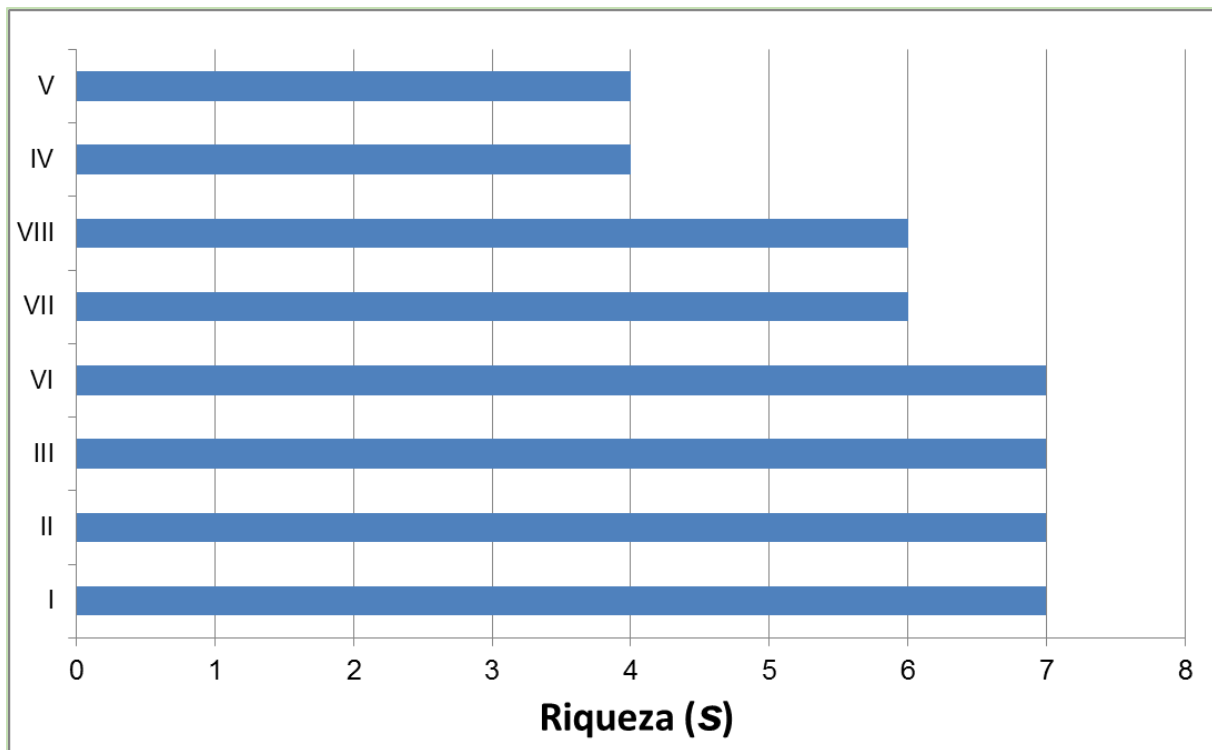


Figura 2. Riqueza acumulada de especies, registrada en la cuenca del río Ostuta, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

Cuadro 4. Riqueza y abundancia de los sitios de muestreo de la cuenca del río Ostuta, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

Especie/Sitios	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Total
<i>Astyanax aeneus</i>	80	12	19	6	0	26	0	2	145
<i>Roeboides bouchellei</i>	2	2	0	0	0	1	0	0	5
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	14
<i>Rhamdia parryi</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	4
<i>Atherinella guatemalensis</i>	5	17	0	0	0	0	0	0	23
<i>Anableps dowei</i>	0	0	0	3	4	0	0	0	7
<i>Poecilia sphenops</i>	4	2	4	0	5	103	20	4	134
<i>Poeciliopsis fasciata</i>	121	45	12	0	0	0	94	16	253
<i>Poeciliopsis pleurospilus</i>	115	52	237	79	0	2	84	116	520
<i>Astatheros macracanthus</i>	0	15	10	2	0	1	0	2	21
<i>Amphilophus trimaculatus</i>	0	0	3	0	0	4	1	0	8
<i>Vieja Zonata</i>	3	0	0	0	0	0	2	1	6
<i>Oreochromis niloticus</i>	0	0	0	2	1	0	0	0	3
<i>Dormitator latifrons</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	8
<i>Centropomus nigrescens</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Centropomus viridis</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	2
Abundancia	329	145	286	90	17	142	202	141	1155
Riqueza (S) =	7	7	7	4	4	7	6	6	16

7.3 ABUNDANCIA

La abundancia total acumulada en la cuenca del río Ostuta fue de 1 155 ejemplares capturados (Figura 3). Las especies más abundantes fueron *Poeciliopsis pleurospilus* con 520 ejemplares, *Poeciliopsis fasciata* con 253 organismos, *Astyanax aeneus* con 145 ejemplares, *Poecilia sphenops* con 134, *Atherinella guatemalensis* con 23 ejemplares y *Astatheros macracanthus* con 21 ejemplares (Cuadro 4).

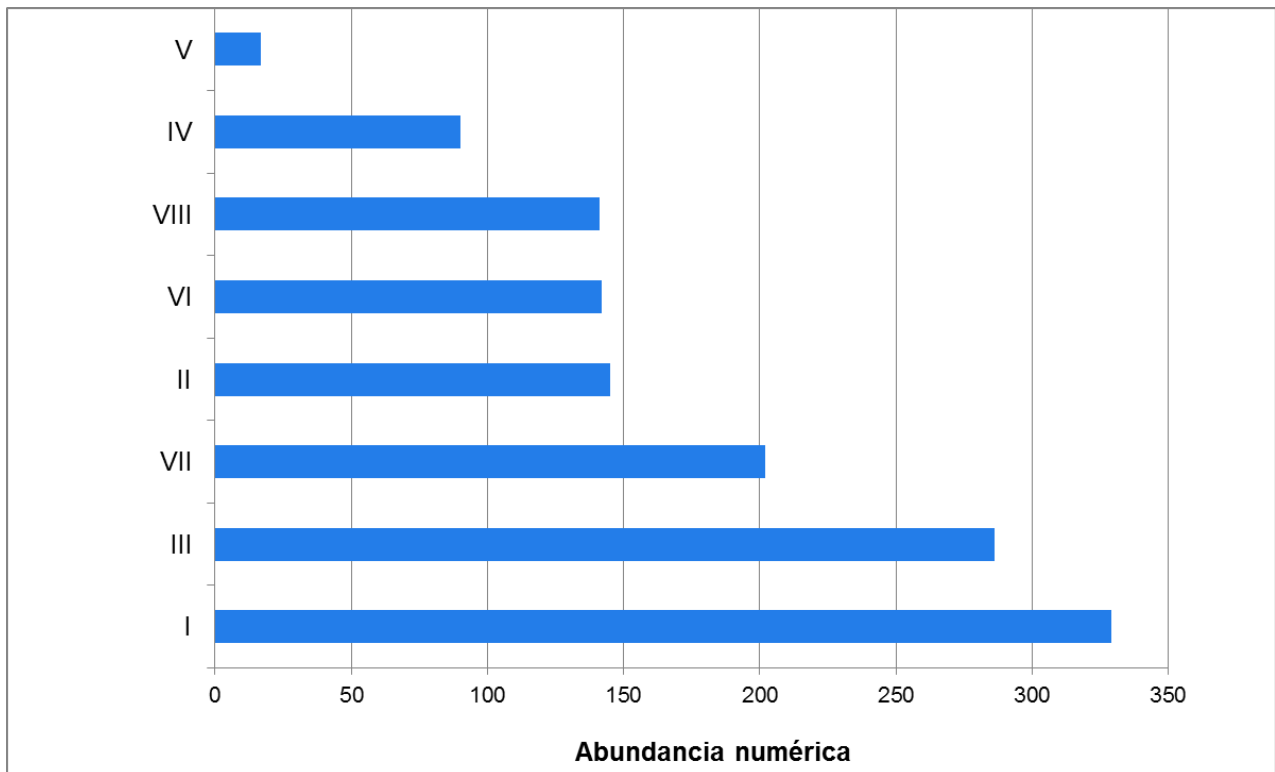


Figura 3. Abundancia numérica acumulada de la ictiofauna registrada en la cuenca del río Ostuta, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

La abundancia numérica acumulada presentó los valores más altos en el sitio I (329 ejemplares); mientras que el sitio V, presentó los valores más bajos de abundancia (17 ejemplares) (Figura 3).

7.4 RELACIÓN TALLA-PESO DE LAS ESPECIES

El análisis de la relación talla-peso de las especies más abundantes recolectadas en el río Ostuta mostraron que las regresiones potenciales fueron estadísticamente significativas para todas las especies ($P < 0.001$), todas las especies obtuvieron valores de r^2 mayores a 90%.

Los valores estimados del parámetro b variaron de 2.9 (*Atherinella guatemalensis*) a 3.59 (*Poeciliopsis fasciata*) (Figura 11 y Figura 7, respectivamente). Tres especies presentaron un crecimiento alométrico positivo (*Astyanax aeneus*, *Poeciliopsis fasciata* y *Poeciliopsis pleurospilus* (Figura 5, Figura 11 y Figura 13), respectivamente) y tres especies (*Atherinella guatemalensis*, *Poecilia sphenops* y *Astatheros macracanthus*) exhibieron un crecimiento isométrico (Figura 7, Figura 15 y Figura 9, respectivamente).

Cuadro 5. Relación talla-peso de las especies dominantes de la cuenca del río Ostuta. N: el número de individuos; Min y Max, longitud estándar mínimo y máximo (cm); a y b , parámetros de la relación talla-peso, LL (a) y UL (b), límites inferior y superior del 95% de confianza para a y b , r^2 coeficiente de determinación.

Espece	N	Min	Max	A	LL(a)	UL(a)	B	LL(b)	UL(b)	r2	Crecimiento
<i>Astyanax aeneus</i>	144	2.4	6.6	0.018	0.015	0.021	3.18	3.079	3.28	0.9648	Alométrico positivo
<i>Atherinella guatemalensis</i>	23	2.2	5.7	0.012	0.007	0.021	2.939	2.517	3.36	0.9093	Isométrico
<i>Astatheros macracanthus</i>	21	4.6	9.3	0.029	0.017	0.051	3.169	2.863	3.475	0.9611	Isométrico
<i>Poeciliopsis fasciata</i>	251	1.3	3.3	0.011	0.01	0.012	3.594	3.464	3.723	0.923	Alométrico positivo
<i>Poeciliopsis pleurospilus</i>	520	1.1	5	0.017	0.016	0.018	3.121	3.051	3.192	0.9355	Alométrico positivo
<i>Poecilia sphenops</i>	133	1.69	6.7	0.024	0.02	0.029	3.076	2.934	3.218	0.9335	Isométrico

A continuación, se presenta una breve descripción de las especies más dominantes de la cuenca del río Ostuta.

7.4.1 *Astyanax aeneus*



Figura 4. Ejemplar de *Astyanax aeneus* (Foto: E. Velázquez).

Cuadro 6. Taxonomía de *Astyanax aeneus*

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Subfilo	Vertebrata
Clase	Actinopterygii
Subclase	Neopterygii
Infraclase	Teleostei
Superorden	Ostariophysi
Orden	Characiformes
Familia	Characidae
Género	<i>Astyanax</i>
Especie	<i>Astyanax aeneus</i>

Peces dulceacuícolas y de clima tropical, fusiformes de hasta 12 cm de longitud, poseen colores plateados, tonos grises y verde. Su alimentación está basada en semillas, hojas, alevines y larvas (Frose y Pauly, 2023). La distribución geográfica esta por Centro América y México. Conocido comúnmente como: pepesca, charalito, sardina plateada. El análisis de la relación talla-peso, arrojó un crecimiento de tipo alométrico positivo (Figura 5). Dónde $a = 0.018$ y $b = 3.18$

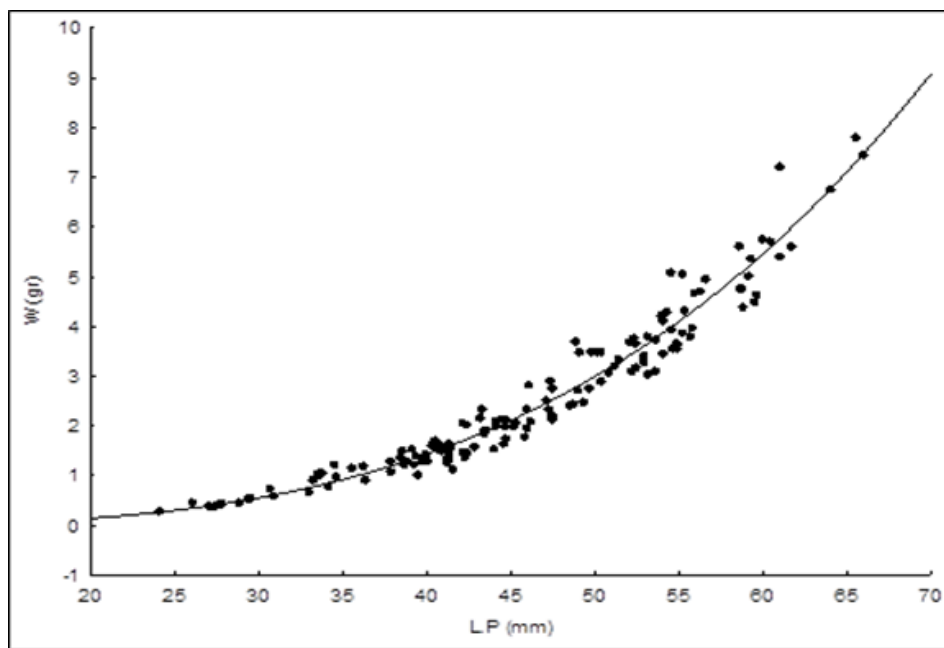


Figura 5. Relación talla-peso de *Astyanax aeneus*.

7.4.2 *Atherinella guatemalensis*



Figura 6. Ejemplar de *Atherinella guatemalensis* (Charal). (Foto: Ernesto Velázquez)

Cuadro 7. Taxonomía de *Atherinella guatemalensis*

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Subfilo	Vertebrata
Clase	Actinopterygii
Orden:	Atheriniformes
Familia	Atherinopsidae
Género	<i>Atherinella</i>
Especie	<i>Atherinella guatemalensis</i>

Esta especie habita en estuarios, lagunas costeras y algunos ríos en de clima tropical de México y Centroamérica alcanzando longitudes de hasta 9.5 cm de longitud presentando un cuerpo alargado con una línea transversal visible de color plateado, su alimentación se basa en huevos de otros peces, larvas y zooplancton (Frose y Pauly, 2023). También conocidos como plateaditos, pejerrey guatemalteco y charalito. El análisis de la relación talla-peso, arrojó un crecimiento de tipo isométrico (Figura 7). Dónde $a = 0.012$ y $b = 2.39$

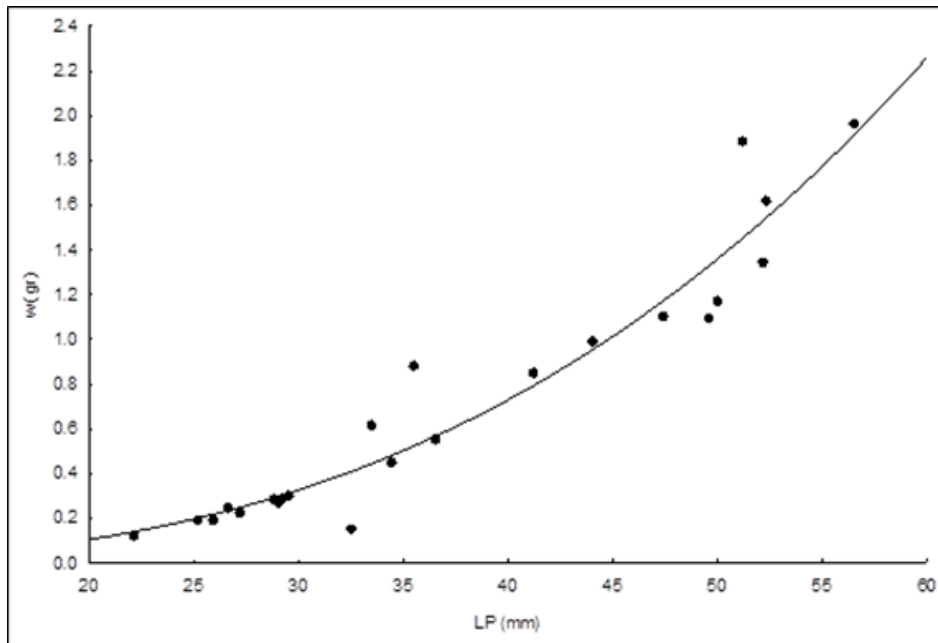


Figura 7. Relación talla-peso de *Atherinella guatemalensis*.

7.4.3 *Astatheros macracanthus*



Figura 8. Ejemplar de *Astatheros macracanthus* (Mojarra negra). (Foto: E. Velázquez)

Cuadro 8. Taxonomía de *Astatheros macracanthus*

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Subfilo	Vertebrata
Clase	Actinopterygii
Orden:	Cichliformes
Familia	Cichlidae
Género	<i>Astatheros</i>
Especie	<i>Astatheros macracanthus</i>

Esta especie dulceacuícola presenta un tamaño de hasta 25 cm presentando una forma ovoide, presenta manchas en la línea lateral y su coloración puede variar de tonalidades verdes, grises, negras además de sus franjas oscuras verticales en sus laterales. La distribución es de América central de México al Salvador (Frose y Pauly, 2023, 2023). Su alimentación es omnívora, conocida comúnmente como mojarra, mojarrita. El análisis de la relación talla-peso, arrojó un crecimiento de tipo isométrico (Figura 9). Dónde $a = 0.029$ y $b = 3.169$

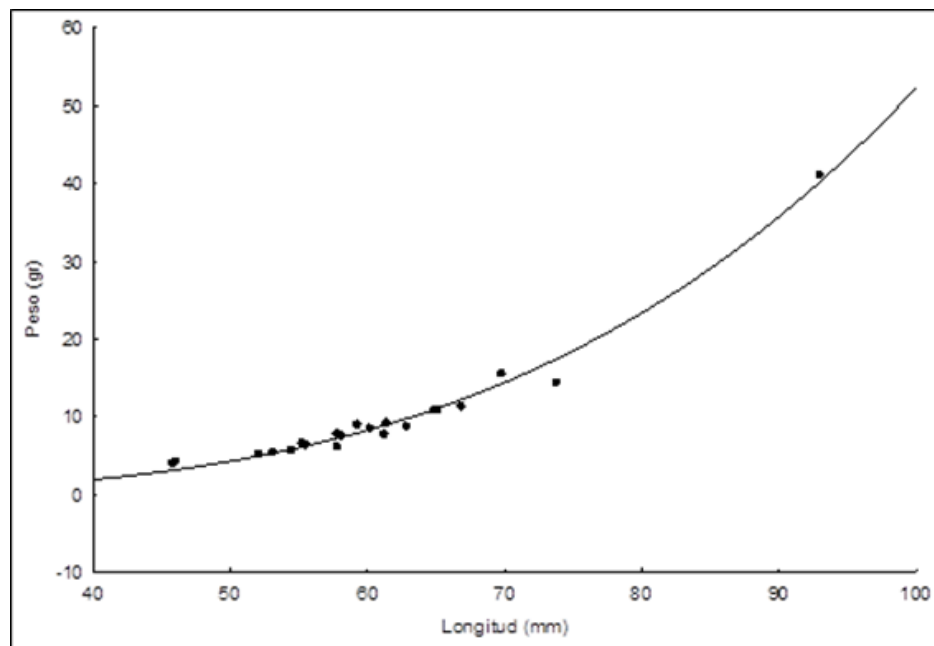


Figura 9. Relación talla-peso de *Astatheros macracanthus*.

7.4.4 *Poeciliopsis fasciata*



Figura 10. Ejemplar macho y hembra de *Poeciliopsis fasciata*. (Foto: Ernesto Velázquez).

Cuadro 9. Taxonomía de *Poeciliopsis fasciata*

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Subfilo	Vertebrata
Clase	Actinopterygii
Orden:	Cyprinodontiformes
Familia	Poeciliidae
Género	Poeciliopsis
Especie	<i>Poeciliopsis fasciata</i>

Peces dulceacuícolas y de clima tropical presenta un tamaño hasta de 5.5 cm de longitud, cabeza aplanada, vivíparo, que cuentan con dimorfismo sexual, en el cual el macho presenta un gonopodio, lo que permite fecundación interna. Presenta coloraciones verdes, grises y plateadas con 2-6 franjas verticales oscuras. Se alimentan de zooplancton, insectos y detritus. Su distribución geográfica es el centro y sureste de México y Centroamérica. Conocidos como gupis, charales, guapotes y topotes. El análisis de la relación talla-peso, arrojó un crecimiento de tipo alométrico positivo (Froese y Pauly, 2023) (Figura 11). Dónde $a = 0.011$ y $b = 3.594$

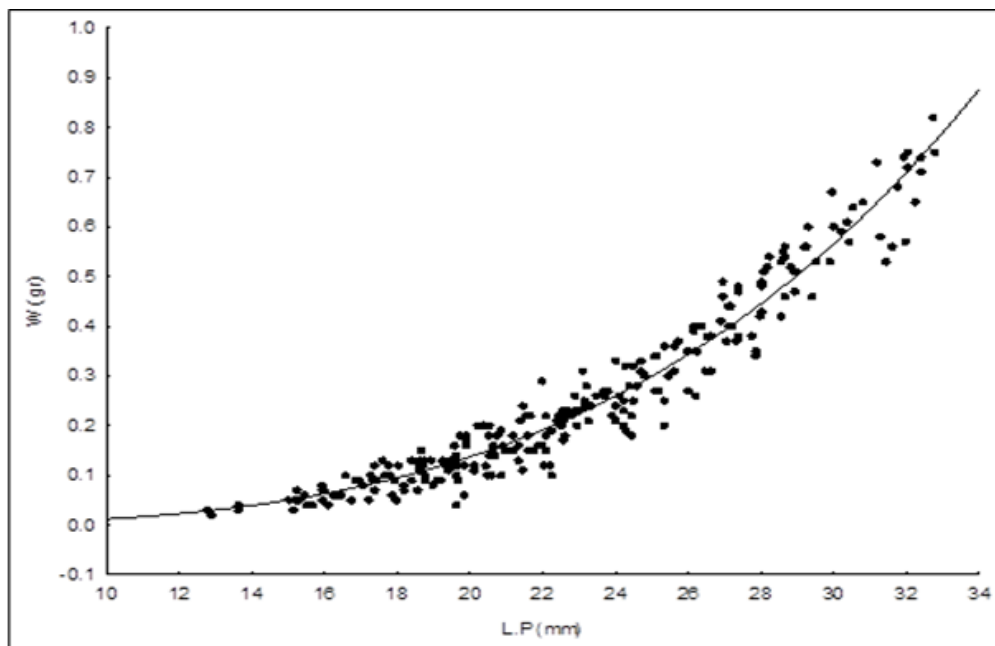


Figura.11 Relación talla-peso *Poeciliopsis fasciata*.

7.4.5 *Poeciliopsis pleurospilus*



Figura 12. Ejemplar macho y hembra de *Poeciliopsis pleurospilus*. (Foto: Ernesto Velázquez)

Cuadro 10. Taxonomía de *Poeciliopsis pleurospilus*

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Subfilo	Vertebrata
Clase	Actinopterygii
Orden:	Cyprinodontiformes
Familia	Poeciliidae
Género	Poeciliopsis
Especie	<i>Poeciliopsis pleurospilus</i>

Peces dulceacuícolas y de clima tropical presenta un tamaño hasta de seis cm de longitud, vivíparo y cuentan con dimorfismo sexual, en el cual el macho presenta un gonopodio, lo que permite fecundación interna. Presenta coloraciones entre verde y grises con manchas ovoides oscuras que varían de tamaño (Frose y Pauly, 2023). Se alimentan de zooplancton, insectos y detritus. Su distribución geográfica en el centro y sureste de México. Conocidos como gupys, guapotes, charales y topotes. El análisis de la relación talla-peso, arrojó un crecimiento de tipo alométrico positivo (Figura 13). Dónde $a = 0.0179$ y $b = 3.121$

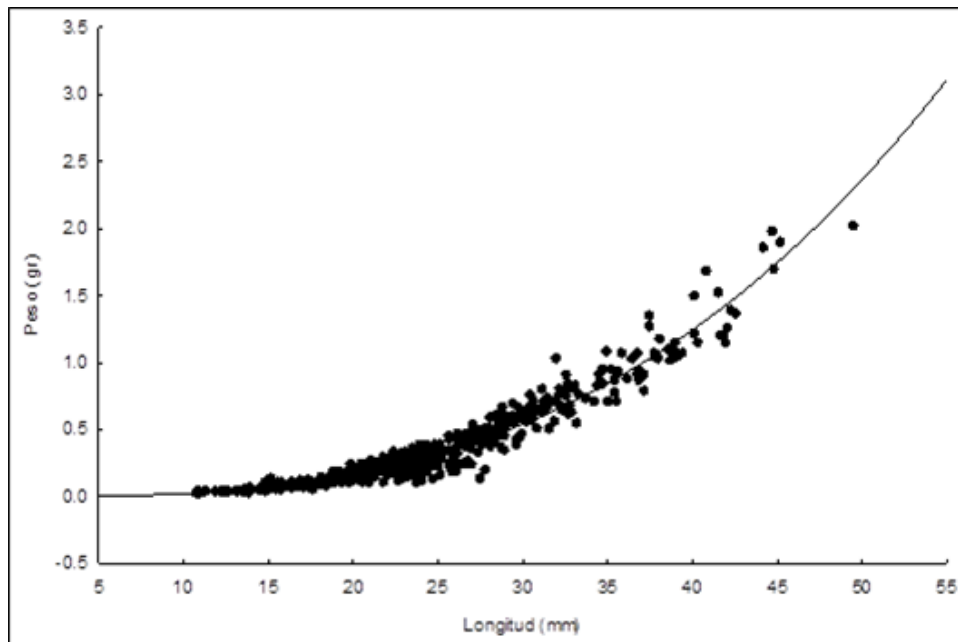


Figura 13. Relación talla-peso *Poeciliopsis pleurospilus*.

7.4.6 *Poecilia sphenops*



Figura 14. Ejemplar macho y hembra de *Poecilia sphenops*. (Foto: Ernesto Velázquez)

Cuadro 11. Taxonomía de *Poecilia sphenops*

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Subfilo	Vertebrata
Clase	Actinopterygii
Orden:	Cyprinodontiformes
Familia	Poeciliidae
Género	Poecilia
Especie	<i>Poecilia sphenops</i>

Peces dulceacuícolas y de clima tropical, vivíparo y con dimorfismo sexual, presenta un tamaño de hasta 10 cm de longitud, conocido comúnmente como topote mexicano ya que es nativo del país, pero su distribución llega hasta Centroamérica (Frose y Pauly, 2023). Su alimentación se basa en zooplancton, algunos insectos. Su coloración varía entre tonos verdes, grises, negros y plateados. El análisis de la relación talla-peso, arrojó un crecimiento de tipo isométrico (Figura 15). Dónde $a = 0.024$ y $b = 3.07$

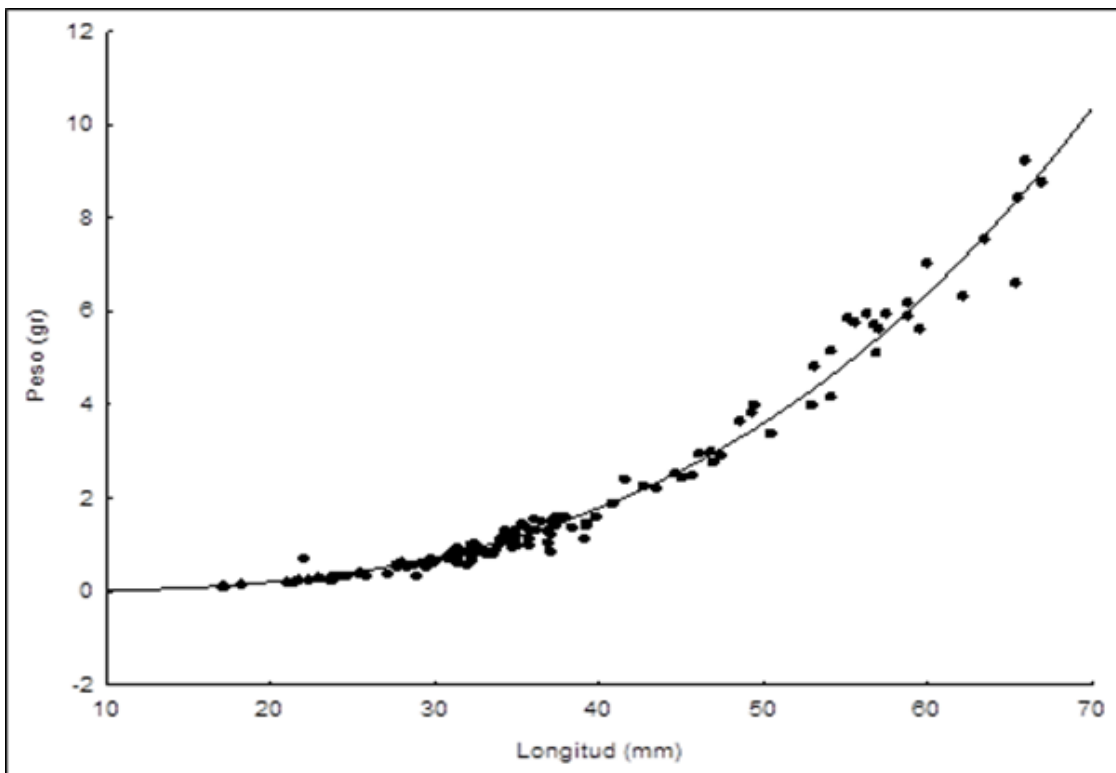


Figura 15. Relación talla-peso *Poecilia sphenops*.

VIII. DISCUSIÓN

8.1 COMPOSICIÓN ICTIOFAUNÍSTICA

Los registros del presente estudio demuestran que la cuenca del río Ostuta alberga 16 especies que representa el 0.57% de la ictiofauna nacional, esta estimación representa una baja diversidad íctica para los ríos de México. Que a diferencia por ejemplo de la cuenca el Usumacinta en donde (Soria *et al.*, 2018) reportan un total de 172 especies las cuales representan el 6.2 % de la ictiofauna nacional a la que describen como una cuenca con una alta diversidad íctica.

Otro listado de las cuencas del sureste Pacífico es el de Velázquez *et al.* (2007), quienes reportan para la cuenca del río Coapa (en Chiapas), la ocurrencia de 18 especies de peces, un número muy parecido al registrado en la cuenca del río Ostuta. Corona (2005), documentó la diversidad íctica en 16 ríos de la vertiente del Pacífico de Chiapas, registrando un total de 21 especies, de las cuales las especies más comunes fueron *Poeciliopsis fasciata*, *P. gracilis*, *Poecilia sphenops*, *Astyanax aeneus* y *Profundulus punctatus*. Tanto la riqueza y la composición de especies es similar a la registrada en la cuenca del río Ostuta. Estos ríos del pacífico mexicano (Chiapas-Oaxaca) están muy influenciados por la época de lluvias, por lo que presentan una marcada temporalidad en cuanto a sus condiciones riparias (Corona, 2005).

Los datos obtenidos sobre la composición ictiofaunística en la cuenca del río Ostuta, constituyen los primeros registros realizados hasta el momento en este río del Istmo de Tehuantepec en el estado mexicano de Oaxaca. Esta cuenca, pese a estar relativamente perturbada, contribuye notablemente al mantenimiento de la biodiversidad regional de peces, el río ofrece zonas de refugio, anidación, alimentación y reproducción para los peces primarios y secundarios, pero también para las especies marinas (ej. *Centropomus nigrescens*, *C. viridis*) que utilizan las partes bajas de la cuenca, como sitios de alimentación.

8.2. RIQUEZA Y ABUNDANCIA

El estado de Oaxaca sobresale por su elevada diversidad ictiofaunística, la cual es mucho mayor que otros estados en el litoral del Pacífico mexicano; por citar algunos ejemplos como los estados de Jalisco, Colima o Michoacán, los cuales no superan las 400 especies (Moncayo *et al.*, 2006). Del Moral *et al.* (2016) reportan para el estado de Oaxaca un total de 487 especies marinas y aproximadamente 113 dulceacuícolas, cuya riqueza ictiofaunística supera las 600 especies. Por lo que con base en nuestros resultados la cuenca del río Ostuta representaría el 14.15% de la ictiofauna regional dulce-acuícola Oaxaqueña.

Particularmente los ríos costeros de la vertiente del Pacífico mexicano, y en particular los de la región sur (Oaxaca-Chiapas), han sido poco explorados por los ictiólogos mexicanos. Las 16 especies registradas en el río Ostuta, representan una alta riqueza de peces, si consideramos que para los ríos costeros de Chiapas, han sido documentados 21 especies (Corona, 2005); por lo que la riqueza de peces del Ostuta representa el 76 % de la ictiofauna dulceacuícola para la región sur del Pacífico mexicano.

Las diferencias en la riqueza y abundancia encontradas, a nivel espacial, indican que en la parte baja y media del río Ostuta (Sitios I,II,III) presentaron la mayor riqueza y abundancia en comparación con los sitios localizados en la parte alta de la cuenca (Sitios V-VIII). Lo anterior puede deberse a que las zonas bajas de la cuenca interactúan especies secundarias (ej. cíclidos) con especies estuarinas (ej. *D. latifrons*) y marinas (Robalos). García (2005) coincide en señalar que las partes bajas de las cuencas son más diversas que las partes altas de las misma, debido a la interacción de las especies estuarinas con las dulceacuícolas secundarias.

8.3 RELACIÓN TALLA-PESO

Los estudios de relación talla-peso en la ictiofauna oaxaqueña son escasos, por lo que el trabajo presenta información inédita de la relación talla-peso de las especies recolectadas.

El parámetro de alometría (b) estimado a partir de la relación peso longitud, tuvo valores de 2.939 (*Atherinella guatemalensis*) a 3.594 (*Poeciliopsis fasciata*) indicando solo dos tipos de crecimiento: isométrico (crecimiento proporcionado entre peso y longitud) y alométrico positivo, es decir, un crecimiento desproporcionado entre peso y longitud, por lo tanto, indican que la tasa de incremento en peso es mayor que el de la longitud. Estudios relacionados con la longitud peso-talla en los que se incluyen algunas de las especies evaluadas en el presente estudio son los de Velázquez-Velázquez *et al.* (2014); quienes reportan valores similares del parámetro b para *Astyanax aeneus*, *Atherinella guatemalensis*, *Astatheros macracanthus*, *Poeciliopsis fasciata*, *Poecilia sphenops*; mientras que para *Poeciliopsis pleurospilus*, el parámetro b es contrastante; ya que en el presente estudio presentó un crecimiento de tipo alométrico positivo y en el estudio citado (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014), el tipo de crecimiento fue alométrico negativo.

Hay varios factores que pueden influir en las relaciones talla-peso de los peces, los cuales pueden ser sexo, las condiciones del hábitat o del medio ambiente (Le Cren, 1951, Lee y Jan 2000, Morato *et al.*, 2001), las variaciones geográficas (Atkinson, 1989), así como también la estacionalidad y las técnicas de conservación se han descrito como explicaciones convincentes para explicar esta relación (Harrison, 2001). Los datos de longitud y peso registrados durante los muestreos realizados no son representativos de una estación en particular; por lo tanto los parámetros estimados (a y b) de la relación peso-talla deberán ser tratados como valores medios anuales; por lo tanto las ecuaciones estimadas deberán ser usadas con cierta precaución.

IX. CONCLUSIONES

En la cuenca del río Ostuta, se registraron un total 16 especies de peces, agrupadas en seis órdenes, ocho familias y 13 géneros de peces óseos; estos resultados representan el 14.15% de la ictiofauna regional dulce-acuícola Oaxaqueña y el 76 % de la ictiofauna dulceacuícola para los ríos de la región sur del Pacífico mexicano; destacando la presencia de especies dulceacuícolas primarias, secundarias y periféricas.

Los órdenes que presentaron el mayor número de familias fueron Cyprinodontiformes y Perciformes (dos de cada una), y las familias con el mayor número de especies fueron Cichlidae y Poeciliidae, con cuatro y tres especies respectivamente; estas dos familias en conjunto albergan el 46.6 % de la ictiofauna de la cuenca del río Ostuta.

Una especie, *Rhamdia guatemalensis*, está catalogada en la NOM-ECOL-059 como especie bajo Protección Especial (Pr), y una especie es exótica invasora, la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Tanto los valores de riqueza de especies como los de abundancia numérica fueron más altos en las zonas bajas y media del río Ostuta (I,II, III), en comparación con los sitios de la parte alta del río (VII, VIII).

Las especies más abundantes (numéricamente) fueron *Poeciliopsis pleurospilus* (520 ejemplares), *Poeciliopsis fasciata* (253 organismos), *Astyanax aeneus* (145 ejemplares), *Poecilia sphenops* (134 ejemplares), *Atherinella guatemalensis* (23 ejemplares) y *Astatheros macracanthus* (21 ejemplares).

Los valores estimados del parámetro *b*, en la relación peso-talla, variaron de 2.9 (*Atherinella guatemalensis*) a 3.59 (*Poeciliopsis fasciata*). Tres especies presentaron un crecimiento alométrico positivo (*Astyanax aeneus*, *Poeciliopsis fasciata* y *Poeciliopsis*

pleurospilus y tres especies (*Atherinella guatemalensis*, *Poecilia sphenops* y *Astatheros macracanthus*) exhibieron un crecimiento isométrico.

Los resultados sugieren que la riqueza y distribución espacial a una escala local, del ensamblaje de las comunidades de peces, en la cuenca del río Ostuta, está determinada por las diferencias en los hábitats (gradiente longitudinal) y por la influencia de las especies estuarinas y marinas.

X. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

Una importante recomendación que se hace para futuros estudios en esta cuenca del río Ostuta, es que se incluyan puntos en las partes más altas de la cuenca, así de esta forma poder entender las relaciones de los componentes ícticos de las zonas altas, con el resto de área de la cuenca.

También es necesario realizar estudios ictiofaunísticos a largo plazo con el fin de valorar la importancia que tiene esta cuenca para la conservación de los peces.

Se recomienda también realizar estudios de la calidad del hábitat, incluyendo parámetros fisicoquímicos (pH, Temperatura del agua, Oxígeno disuelto, salinidad, etc) y correlacionar estos parámetros del hábitat con la riqueza y abundancia de los peces.

XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Allen, G.R. and D.R. Robertson, 1998. Peces del Pacífico Oriental tropical. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Agrupación Sierra Madre, S. C.
- Barros, S.E., Mosa, S.G., Regidor, H. A. y Sührling S.S. 2001. Relaciones longitud-peso en peces del embalse Cabra Corral, Salta, Argentina. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile 72: 25-30.
- Bastida, Z. J., García, M. S., Rosas, A. E., López, P. A., Benites, V. F., Meráz, H. J., Torres, H. M., Montoya, M. A. y Barrientos, L.A. 2013. Biodiversidad marina y costera de Oaxaca, México. Journal of species lists and distribution. 9(2): 329–390.
- Berra, T., 2001. Freshwater fish distribution. Academic Press, San Diego, California, USA. 604 p.
- Beyer, J.E. 1987. On length-weight relationships. Part I: Computing the mean weights of the fish in a given length class. Fishbyte 5(1): 11-13
- Castro-Aguirre, J. L., H. Espinosa-Pérez y J. J. SchmitterSoto (1999), Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México, México, IPN-Limusa, 711 pp.
- Ceballos, G., Díaz-Pardo, E., Espinosa-Pérez, H., Flores-Villela, O., García, A., Martínez, L. et al. (2009). Apéndice 14.6 Sitios cero extinciones de peces. Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México. En R. Dirzo, R. González e I. J. March (Eds.), Capital Natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio (pp. 1–8). México D.F.: CONABIO
- Centeno-García, E. (2004). Configuración geológica del estado. En A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez & M. Briones-Salas (Eds.), Biodiversidad de

- Oaxaca (pp. 29-42). México: Instituto de Biología, UNAM / Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.
- Cifuentes, R., González, J., Montoya, G., Jara, A., Ortiz, N., Piedra, P. y Habit, E. (2012). Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana (Concepción)*, 76(1), 86-100. Doi: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382012000100009>
- Conabio-Conanp (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad- Comisión Nacional de Áreas Protegidas). (2010). Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad, escala: 1:1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento/ Uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México D.F. Recuperado en febrero de 2019
- Conagua (Comisión Nacional del Agua). (2007). Estadísticas del Agua en México. Edición 2007. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- De la Lanza, G. y García, J.L 1995. Lagos y Presas de México. AGT Editor. México, pp. 323-337.
- Del Moral, F. L. y Martínez, R. E. 2016. Listado sistemático y afinidades zoogeográficas. *Acta universitaria multidisciplinary*. 0188-6266
- Del Moral, F. L. y Pérez P., G. 2013. Tiburones y quimeras de México. *Biodiversitas*. 111: 1-6
- Del Moral, L. F., Ramírez, J. A., Martínez, A.J., González, F. A. y López, F. J. 2016. Colecciones Ictiológicas de Latinoamérica. Ed. UNAM. México D.F
- Diario de la Federación Oficial. 2008. ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del Acuífero Ostuta, clave 2008, en el Estado de Oaxaca, Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Sur. https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5398032. Consultado el 27 de octubre del 2020

- Eschmeyer, W. N. 2008. Catalog of fishes. California Academy of Sciences, San Francisco, California, EU. Disponible en:<http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html>.
- Espinosa, H. 2014. Biodiversidad de peces en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: S450-S459.
- Espinosa, H., Gaspar, M., T. y Fuentes, M., 1993. Listados faunísticos de México. III. Los peces dulceacuícolas mexicanos. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México. 98 pp.
- FAO : Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura. factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO, 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura, 12: pp. 135-150
- FAO. (2017). Situación del Mercado Pescados y Mariscos. Recuperado el 2021, de
- FAO. 2020. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>.
- FAO. Fisheries and Aquaculture Department (2003). Information on fisheries management in the united Mexican states. Retrieved from website: <http://www.fao.org/fi/oldsite/FCP/en/MEX/body.htm>
- Froese R., Pauly D. 2010. FishBase. Versión Actualizada. <http://www.fishbase.org>. Consultado el 17 de octubre 2023.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22:241-253
- Froese R., Pauly D. 2019. FishBase. Versión Actualizada. <http://www.fishbase.org>. Consultado el 17 de septiembre 2023.

- Gallardo, T. A., Badillo, A. M., Galindo, S.C., Loera, P. J., García, G.T. y Chiappa, C. X. 2012. Catálogo de peces de la Costa Norte de Yucatán. UNAM–Sisal. Yucatán, México.
- Gómez, G. A., Velázquez, V. E., Rodiles, H.R., González D. A., González, A.A. y Castro, A. C. 2012. Lista sistemática de la ictiofauna en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: S450-S459.
- Granado, C., 1996. Ecología de peces. Universidad de Sevilla. Secretariado de publicaciones. Serie: Ciencias. Num.45: 353pp.
- Greenwood, N.N., Earnshaw, A. 1984 Chemistry of the Elements. Pergamon Press, Oxford. USA
- Han, L. L. y Helser T. 2004. Linear mixed-effects models for weight-length relationships. *Fisheries Research*. 70: 377-387.
- Harrison, T. D. 2001. Length-weight relationships of fishes from south African estuaries. *Appl Ichthyol*. 17: 46-48.
- Heemstra, P. C. and J.E. Randall (1993), Groupers of the world (Family Serranidae, subfamily Epinephelinae), FAO Species catalogue, FAO Fisheries Synopsis 125.
- Helfman, G. S., Collette, B. B. y Facey, D. E. 1997. La diversidad de los peces. Blackwell Publishing Company. Estados Unidos de América.
- Hickman D, Palamanda JR, Unadkat JD, et al. Enzyme kinetic properties of human recombinant arylamine N-acetyltransferase 2 allotypic variants expressed in *Escherichia coli*. *Biochem Pharmacol* 1995;50:697-703.
- Hubbs, C. L. 1974. Fishes of the Yucatan Peninsula. Publ. Carnegie Inst. Washington, no. 457, pp. 157-287.

- IBARRA, A., M. GEVREY, Y. PARK, P. LIM y S. LEK, 2003. Modelling the factors that influence fish guilds composition using a back-propagation network: assessment of metrics for indices of biotic integrity. *Ecol. Model.* 160, 281–290.
- Instituto Nacional De Estadística, Geografía E Informática. 1995. Anuario estadístico del estado de Oaxaca. Edición 2022. INEGI, Oaxaca, 707 pp.
- Instituto Nacional para el federalismo y desarrollo municipal. 2017. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México.
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/mediofisico.hhtm>. Consultado el 20 julio del 2019.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.3. Disponible en www.iucnredlist.org.
- Juárez, H, L. G. 2013. Estructura de las comunidades de peces de las bahías Maguey y Calacuta, Huatulco, Oaxaca. *Revista Chilena de Historia Nacional* .84: 1343-1357. 2013.
- Karr R. J. 1981. Assessment of Biotic Integrity using fish communities. *Fisheries*. 6 (6): 21-27.
- López, F. A. (2018). Análisis de la actividad pesquera artesanal y su impacto en el desarrollo económico de la Ciudad de Manta. Repositorio Uleam.
- Martin-Smith, K.H., 1996. Length/weight relationships of fishes in a diverse tropical freshwater community, Sabah, Malaysia. *Journal of Fish Biology* 49: 731-734.
- Mc Eachran, J.D. Y J.D. Fechhelm, 1998, *Fishes of the Gulf of Mexico. Volume 1: Myxiniformes to Gasterosteiformes.*, University of Texas, Austin. 1112 pp.
- Miller, R. 1986. Composición y derivación de la fauna de peces de agua dulce de México. *Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 30(1-4):121-153.

- Miller, R. R. 1988. Peces mesoamericanos de la cuenca del río Usumacinta: composición, derivación y conservación. Vida silvestre en los Everglades y los humedales latinoamericanos. Florida: Florida International University.
- Miller, R. R., y Van Conner. 1997. Peces de Catemaco. Historia natural de los Tuxtlas,. UNAM, México
- Miller R. R, WL Minckley y S. M Norris. 2005. Freshwater fishes of México. The University of Chicago Press. 490 pp.
- Miller, R. R., Minckley, L.W. y Norris, M. S. 2009. Peces Dulceacuícolas de México. CONABIO, SIMAC, ECOSUR, DFC. México. D.F
- Mittermeier, R.A., P. Robles-Gil, C.G. Mittermeier, C.G. (Eds). 2004. Megadiversity. Earth's Biologically Wealthiest Nations. CEMEX/Agrupación Sierra Madre, Mexico.
- Mónaco, P.J., Rasch, E.M. y Balsano, J.S. 1984. Apomictic reproduction in the amazon molly, *Poecilia formosa* and its triploid hybrids. In: Evolutionary Biology Monographs - Evolutionary Genetics of Fishes. B.J. Turner, ed. Plenum. pp. 311-328.
- Moncayo, E. R., Castro A. J., De la Cruz, A. C. 2006. Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de Banderas, México. Revista mexicana de biodiversidad. ISSN: 1870-3453.
- Moreno, E.C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. CYTED-ORCTEUNESCO-Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. 83 pp.
- Myers, G. (1966). Derivación de la fauna de peces de agua dulce de Centroamérica. *Copeia*, 1966, 766-773.
- Nelson, J. S., Grande, T. C. y Wilson, M. V. H 2006. Peces del mundo. 4a ed. John Wiley & Sons Inc. Canadá.
- Peces del mundo. 5a ed. John Wiley & Sons Inc. Canadá.

Normas Nacionales e Internacionales de Conservación (NOM-059-ECOL-2001) el libro rojo de la UICN y/o American Fisheries Society. Consultado el 12 de noviembre 2022.

Nuñez, O. A., Labastida, C.A. y Oviedo, P.J. 2013. Composición y abundancia de la ictiofauna en la franja sublitoral del Golfo de Tehuantepec, Oaxaca/Chiapas, México. *Ciencia pesquera*. 21(2): 29-40.

Pedraza M.C. 2011. Cambios en la distribución de peces de agua dulce del centro de México y sus posibles causas antropogénicas . Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

Polis.G.A., Anderson W.B. & Holt R.D. 1997. Toward an integration of landscape and food web ecology: the dynamics of spatially subsidized food webs. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 289-316

Quintans, F. (2008). Preferencia alimenticia de *Cnesterodon decemmaculatus* y su rol como agente de control biológico de los mosquitos (Tesis en Magister en Ciencias Ambientales), Universidad de la República de Uruguay, Montevideo, Uruguay. Recuperado de:
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/409>

Ramírez, G. M., Tapía, G. M., Ramos, S. E. y Ulloa, R. 2007. Estructura comunitaria de peces en bahía de San Agustín, Huatulco, México. *Revista Chilena de Historia Nacional*. 80: 419-430.

Regan, C. T. 1906-1908. *Biología Central-Americana. Pisces*. Taylor and Francis red Lyon Court. Inglaterra.

Rodiles-Hernández R., A. A. González Díaz y C. Chan-Sala. 2005. Lista de Peces Continentales de Chiapas, México. *Hidrobiológica* 15 (2ª Especial): 245-253.

Rosen, D.E. (1979). Fishes from the uplands and intermontane basins of Guatemala: Revisionary studies and comparative Geography. *Bulletin of the American museum of natural history*. Vol 162; article 5. New York.

- Rzedowski, J., 1986. Vegetación de México. 2a. edición. Limusa, México.
- Smith, K.H., 1996. Relaciones longitud y peso de los peces en una comunidad diversa de agua dulce tropical. Sabah, Malasia. *Journal of Fish Biology* 49: 731-734.
- Soria, B. M., González, D. A., Castillo, D. A., Álvarez, P. N. y Rodiles, H. R. 2018. Diversidad íctica en la cuenca del Usumacinta, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 89: S100-S117.
- Tapia, G. M., Tapia, G. M., Suárez, N. G., Cerdanales, L. G., Macuitl, M. C y García, A. C. 1998. Composición y distribución de la ictiofauna en la Laguna del Mar Muerto, Pacífico mexicano. *Revista de biología tropical*. ISSN: 0034-7744.
- Toro, I. MV., Manriquez, S. G. y Suazo, G. I. Geometric morphometrics and the study of biologic shapes: from descriptive to quantitative morphology. *Int. J. Morphol.*, 28(4):977-990, 2010.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales) 2010. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2016.3. Disponible en www.iucnredlist.org. Consultada el 29 de octubre del 2023.
- Velázquez, V. E. y Vega, C. E. 2004. Peces como indicadores de salud en ecosistemas acuáticos. *Biodiversitas*. 57: 12-15.
- Velázquez, V. E., Gómez, G. A., G., Vega, C. M., Rivera, V. G., Dominguez C. S. 2007. Peces del sistema estuarino Carreteras-Pereyra, Reserva de la Biosfera La Encrucijada, *Lacandonia* 1(1): 45-54
- Velázquez, V., Contreras, B. S. y Cisneros D. S. 2008. Riqueza Y Diversidad De Peces Continentales De Chiapas, México. En biodiversidad del estado de Chiapas.
- World Wildlife Fund. 2019. Oaxaca.
https://www.wwf.org.mx/que_hacemos/programas/oaxaca/. Consultado el 19 de octubre del 2020

Wourms, J. P., B. D. Grove, J. Lombardi. 1988. Relación materno-embrionaria en peces vivíparos. In Vol. 11B of Fish Physiology, ed. W. S. Hoar and D. J. Randall, pp. 1-134. San Diego: Academic Press

Yañez, A. A. 1985. The estuarine Nekton: Why and how an ecological monograph. Preface. Chap. Fish Community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration, México.