

# **M**acroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán, México

*Andrea Raz-Guzmán*

Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. UNAM

## **Resumen**

Los sistemas estuarinos michoacanos han sido estudiados escasamente. Por esto se muestrearon 22 sistemas para registrar la macroflora y macrofauna, registros nuevos, especies bajo algún estatus, especies de importancia comercial y su distribución espacial. Las especies recolectadas y las registradas en la literatura sumaron 123 (29 plantas, 94 animales). Las familias mejor representadas fueron Cyperaceae, Palaemonidae, Gobiidae y Carangidae. Los registros nuevos incluyen 29 especies de plantas, 7 de insectos, 2 de crustáceos, 15 de moluscos y 3 de peces. Las especies bajo algún estatus son *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Poecilia butleri*. *Phragmites australis*, *Typha domingensis*, *Macrobrachium hobbsi* y *M. tenellum* presentaron las distribuciones más amplias. Los sistemas con más especies fueron Santa Ana, Salinas del Padre, Nexpa y Coahuayana. Diez especies de plantas y *Stramonita biserialis* son ornamentales. Los coleópteros, hemípteros y odonatos son depredadores de larvas de mosquitos y, junto con *Macrobrachium digueti*, son bioindicadores de la calidad del agua. *Litopenaeus vannamei*, *M. americanum* y 19 especies de peces sostienen pesquerías importantes, mientras que *Callinectes arcuatus*, *C. toxotes* y *Cardisoma crassum* se comercializan localmente. *Melanoides tuberculata* es introducido, oportunista, hospedero de tremátodos parásitos, no

registrado para Michoacán y no regulado en el país. La riqueza de especies estuarinas en Michoacán es marcadamente baja en respuesta a sus lagunas y esteros pequeños y oligo-mesohalinos y la resultante heterogeneidad ambiental baja, así como al reducido número de estudios enfocados específicamente a los sistemas estuarinos.

**Palabras clave:** flora, fauna, estuarios, Michoacán.

## Abstract

The estuarine systems of Michoacan have been scarcely studied. For this reason 22 systems were sampled to record the macroflora and macrofauna, new records, species under a special status, commercially important species and their spatial distribution. The collected species and those recorded in the literature totaled 123 (29 plants, 94 animals). The best represented families were Cyperaceae, Palaemonidae, Gobiidae and Carangidae. New records include 29 species of plants, 7 of insects, 2 of crustaceans, 15 of molluscs and 3 of fish. Species under a special status are *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* and *Poecilia butleri*. *Phragmites australis*, *Typha domingensis*, *Macrobrachium hobbsi* and *M. tenellum* presented the widest distributions. The systems with most species were Santa Ana, Salinas del Padre, Nexpa and Coahuayana. Ten species of plants and *Stramonita biserialis* are ornamental. The Coleoptera, Hemiptera and Odonata are predators of mosquito larvae and, together with *Macrobrachium digueti*, are bioindicators of water quality. *Litopenaeus vannamei*, *M. americanum* and 19 species of fish sustain important fisheries, while *Callinectes arcuatus*, *C. toxotes* and *Cardisoma crassum* are commercialised locally. *Melanoides tuberculata* is introduced, opportunist, host of parasitic trematodes, not reported for Michoacan and not regulated in Mexico. Estuarine species richness in Michoacan is markedly low in response to its small oligo-mesohaline lagoons and estuaries and the resulting low environmental heterogeneity, as well as to the small number of studies focused specifically on estuarine systems.

**Keywords:** flora, fauna, estuaries, Michoacan.

## **Introducción**

La zona costera constituye una área de preocupación a nivel mundial ya que por lo general se encuentra sujeta al impacto tanto de los fenómenos naturales como de las actividades antropogénicas locales y regionales que incluyen la sobrepesca, la contaminación urbana, agrícola, acuícola e industrial y el turismo. Las costas de México revisten una importancia particular tanto por su extensión como por ser áreas de transición entre el ambiente continental y el marino y por encontrarse en latitudes tanto tropicales como templadas, al tiempo que juegan un papel como reguladoras del clima y proporcionan áreas de crianza para especies dulceacuícolas, estuarinas y marinas de importancia ecológica y comercial, entre las que se encuentran los crustáceos, moluscos y peces (Raz-Guzmán y Sánchez, 2001).

Los sistemas estuarinos en general presentan una biodiversidad alta como resultado de los gradientes ambientales y la heterogeneidad y complejidad de sus hábitats, los cuales favorecen el reclutamiento de una variedad de especies con hábitos de vida muy diversos que constituyen comunidades complejas con estructuras físicas y tróficas diferentes (Minello y Zimmerman 1991, Raz-Guzmán y Sánchez 1996). El estudio de los sistemas estuarinos incluye la elaboración de inventarios bióticos como un primer paso hacia la determinación de los procesos que regulan la estructura y el funcionamiento de las comunidades. Esto es especialmente importante en países tropicales pues es en éstos donde se encuentra la mayor diversidad biológica y donde se están perdiendo especies a tasas mayores que la capacidad de los taxónomos para registrarlas (McNeely et al., 1990). La información recopilada, particularmente si es a largo plazo, permite definir patrones y comportamientos ambientales que determinan los modelos a establecer como base para la toma de decisiones, el uso sustentable de los recursos y sistemas y el manejo de la zona costera a nivel estatal y nacional.

La costa del estado de Michoacán proporciona una área de estudio interesante ya que muchos de sus sistemas estuarinos permanecen en un estado prístino, con poco impacto antropogénico como resultado de la cercanía de la Sierra de Coalcomán y una planicie costera angosta que no favorece la expansión urbana, a excepción de la región sur aledaña a Lázaro Cárdenas y algunos puntos aislados con mayor desarrollo (obs. pers.). Una búsqueda de literatura sobre la biota de Michoacán permitió ver que los estudios sobre los sistemas acuáticos del estado han sido dirigidos en su mayor parte a los sistemas limnológicos y marinos, siendo

los sistemas estuarinos relativamente menos estudiados. Los estudios sobre la zona marina adyacente a la costa de Michoacán incluyen a las macroalgas (González-González 1993, León-Álvarez y González-González 1993), poliquetos (García-Madrigal y Bastida-Zavala, 1998), isópodos (Espinosa-Pérez y Hendrickx, 2001, 2002), camarones, anomuros, braquiuros (Wicksten y Hendrickx 1992, Hendrickx 1993, 1995a,b,c, 1996, García-Madrigal 1994, 2000, Hendrickx y Salgado-Barragán 1997, García-Madrigal y Bastida-Zavala 1998, Hendrickx y Harvey 1999), peces (Madrid-Vera et al. 1993, Domínguez-Domínguez et al. 2014, Sandoval-Huerta et al. 2015) y tortugas (Flores, 1992). Es de notar que faltan estudios sobre moluscos y en general los estudios más recientes son solamente sobre peces. Por su parte, existe un menor número de estudios enfocados a los sistemas estuarinos entre los que se encuentran los crustáceos peracáridos (Corona y Raz-Guzmán, 2003), camarones carideos (Villalobos-Hiriart y Nates-Rodríguez 1990, Raz-Guzmán y Hermoso 2002), cangrejos anomuros y braquiuros (Raz-Guzmán y Hermoso, 2002), peces (Raz-Guzmán y Huidobro 2002, Madrigal 2006, Sandoval-Huerta et al. 2014, Torres-Hernández et al. 2016) y cocodrilos (Cedeño-Vázquez, 1995). Asimismo, se pueden citar tres tesis (Fuentes y Gaspar 1981, Martinell-Benito 1986, González 2000). En este caso también es de notar que faltan estudios sobre vegetación acuática, insectos y moluscos.

El objetivo de este proyecto fue llevar a cabo un reconocimiento ecológico de los sistemas estuarinos de la costa de Michoacán para elaborar una lista de las especies de macroflora y macrofauna epibénticas, junto con información sobre registros nuevos, especies con algún estatus en las normas oficiales mexicanas, la distribución de las especies en los sistemas estuarinos a lo largo de la costa y las especies de importancia comercial. De esta forma se presenta información básica y útil para estudios futuros que se concentren en cada grupo taxonómico, así como aquellos en la escala del Pacífico mexicano que generalmente no han incluido este estado del país.

## **Material y métodos**

### **Area de estudio**

Michoacán es el estado de México que presenta el relieve terrestre más marcado en la zona costera relieve que se define por la cercanía de la Sierra de Coalcomán al mar (Lugo-Hubp et al., 1992). Dicha sierra y una costa de subducción generan acantilados, terrazas, planicies costeras y llanuras aluviales angostas y una sola

bahía, la Bahía de San Telmo. Asimismo, la plataforma continental es muy angosta (Shepard, 1973) y se encuentra limitada por la Fosa de Petacalco que alcanza una profundidad de 4500 m (Fernández-Eguiarte et al., 1992). Los suelos de la planicie costera, su vegetación tropical, sus probables reservas de minerales y materiales de construcción y su atractivo turístico constituyen un conjunto de recursos importantes para el estado. La costa corre en dirección SE-NW desde el delta del Río Balsas en los 17°56'32" N y 102°07'00" W hasta la Boca de Apiza donde desemboca el Río Coahuayana en los 18°40'56" N y 103°44'48" W. Tiene una longitud de 208 km en línea recta y 262 km siguiendo el litoral, una planicie costera de 3 km de ancho y 60 msnm de altitud promedio y una superficie estuarina de 500 ha (INEGI, 1984). A lo largo de la costa se presentan aproximadamente 70 cauces de ríos y arroyos, entre los cuales los de mayor caudal son el Río Balsas en el límite con Guerrero, el Río Chuta, el Río Nexpa, el Río Huahua, el Río Cachán, el Río Ostula, el Río Aquila y el Río Coahuayana en el límite con Colima. De éstos, solamente el primero y el último tienen una longitud mayor a 100 km. Los sistemas lóticos y sus desembocaduras, junto con los esteros de Santa Ana y Boca de Pichi y la Laguna Salinas del Padre, constituyen los sistemas estuarinos de Michoacán. Los ríos que desembocan en la costa tienen un gasto muy reducido durante la época seca que abarca la mayor parte del año (noviembre a julio) y presentan grandes crecidas de hasta siete metros de altura durante el tiempo en que se acumula el efecto de las lluvias en las montañas. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw), la precipitación media anual varía de 800 a 1295 mm, la temperatura media anual es de 26.5°C, la máxima promedio anual es de 39.5°C y la mínima promedio anual es de 9.5°C (Atlas Nacional de México, 1990).

### **Trabajo de campo**

Los muestreos en la costa de Michoacán se efectuaron en junio y octubre de 2000 y en mayo, junio y octubre de 2001 para representar las principales épocas climáticas de la región. Los sistemas estuarinos estudiados incluyeron, de sur a norte, el Estero de Santa Ana, el Estero El Pichi, el Río Acalpicán, el Arroyo El Habillal, el Río Chucutitán, el Arroyo Las Peñas, el Arroyo Rangel, el Río Chuta, el Río Mexcalhuacán, el Río Nexpa, el Arroyo Bejuco I, el Arroyo Mejiquillo, el Río Tupitina, el Río Huahua, el Río Cachán, la playa de Faro de Bucerías, el Arroyo Ixtapilla, el Río Ostula, el Río Aquila, la Laguna Salinas del Padre, el Río Ticuiz y el Río Coahuayana (Fig. 1). Los sitios de muestreo se seleccionaron para cubrir la heterogeneidad de los hábitats presentes en los sistemas muestreados, incluyendo islas, bajos, cantos rodados, playas arenosas, planicies lodosas, madera flotante,

detrito, sustratos sin vegetación, vegetación halófila (*Sesuvium portulacastrum* (L.) L.), vegetación riparia (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), zonas con lirio acuático *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, con vegetación acuática sumergida (*Ludwigia peploides* (Kunth) P.H. Raven, *Chara* sp.) y con pastos (*Stuckenia pectinata* (L.) Börner, *Najas marina* L.), y los mangles *Rhizophora mangle* L. y *Avicennia germinans* (L.) L.. Para cada sistema se registraron la fecha y hora de muestreo, la profundidad con un estadal graduado, la visibilidad con un disco de Secchi, la temperatura del agua con un termómetro de -20 a 110°C y la salinidad con un refractómetro de campo. Asimismo, se recolectó sedimento con una draga van Veen de 3 litros y vegetación y macrofauna epibéntica con redes de cuchara, Surber, Renfro (1 mm luz de malla) y chinchorro (2 cm luz de malla), así como manualmente. Las muestras se colocaron en bolsas de plástico etiquetadas, preservando el sedimento en hielo y los pastos y la macrofauna en alcohol al 70%.

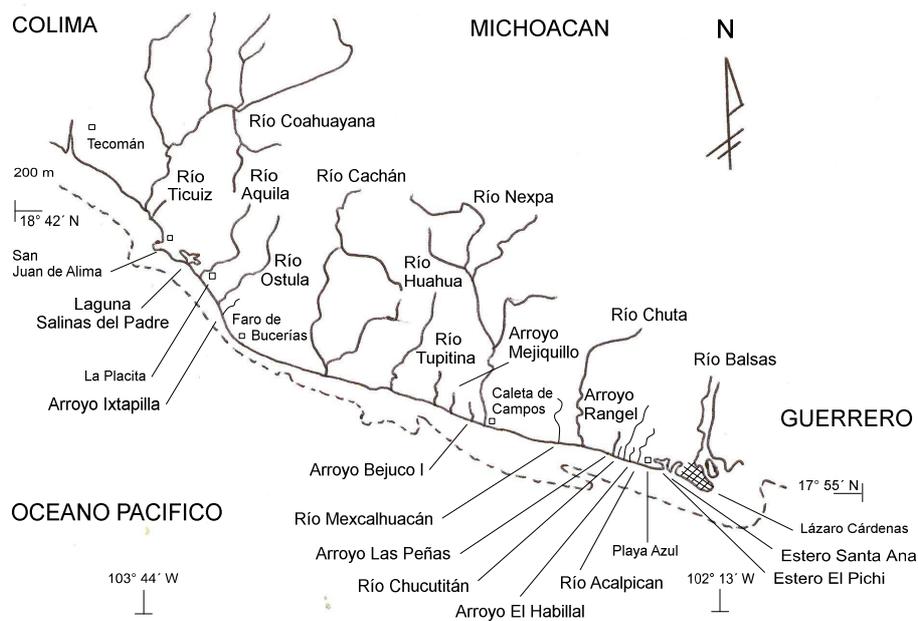


Figura 1. Toponimia de la costa de Michoacán.

### Trabajo de laboratorio

El sedimento se analizó en función de la textura como porcentaje de grava (>2 mm), arena (2-0.0625 mm) y limo-arcilla (<0.0625 mm) y del contenido de materia

orgánica total (Dean, 1974) y de carbonatos (Shackley, 1975). Aparte de las halófitas y los mangles que son bien conocidos, los ejemplares de flora y fauna recolectados en los estuarios fueron identificados por especialistas en los diferentes grupos (citados en la sección de agradecimientos) y por la autora utilizando las siguientes claves taxonómicas especializadas: microalgas: Transeau (1951) y Prescott (1954), plantas vasculares: Prescott (1969), insectos: Needham y Westfall (1954), Usinger (1956), Pennak (1978), McCafferty (1983), Epler (1996), González-Soriano y Novelo-Gutiérrez (1996), Merritt y Cummins (1996) y Novelo-Gutiérrez (1996), anfípodos: Barnard y Karaman (1991), Bousfield y Hoover (1997) y Myers y Lowry (2003), isópodos: Brusca (1980), camarones peneidos y carideos: Brusca (1980) y Hendrickx (1995a, 1996), cangrejos anomuros y braquiuros: Brusca (1980) y Hendrickx (1995b,c), moluscos gasterópodos y bivalvos: Keen (1971) y peces: Fischer et al. (1995) y Castro-Aguirre et al. (1999). Los nombres de las especies se actualizaron mediante consulta en las páginas: tropicos.org (Página de Internet #1) para la flora y WoRMS (Página de Internet #2) e ITIS (Página de Internet #3) para la fauna. El programa Surfer (Versión 10.1.561. Golden Software, USA) se utilizó para preparar mapas para representar la distribución de las especies en los sistemas estuarinos de la costa. Los ejemplares de la macrofauna, representativos de la fauna estuarina de Michoacán, se depositaron en el Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), junto con una lista de las especies de macroflora y macrofauna identificadas.

## **Resultados y Discusión**

La temperatura del agua reflejó las épocas climáticas de la región, con 28-38°C en verano (28-38°C en junio 2000, 28-34°C en mayo 2001, 28-30°C en junio 2001) y 25-34°C en otoño (25-32°C en octubre 2000, 26-34°C en octubre 2001). La salinidad en general fue muy baja o nula, con aguas polihalinas registradas solamente en la Laguna Salinas del Padre (18‰), el Arroyo Rangel (20‰), el Estero de Santa Ana (20-23‰), el Estero El Pichi (22‰) y el Arroyo Las Peñas (26‰). En cuanto al sedimento, la mayoría de los sistemas presentaron porcentajes mayores de gravas (43-92%) y/o arenas (51-100%), siendo sólo la Laguna Salinas del Padre la que presentó porcentajes similares de arena (54%) y limo-arcilla (44%). En general, los porcentajes de materia orgánica total fueron bajos, con los valores más altos registrados en los ríos Cachán (6.65%, octubre de 2000) y Aquila (5.87%, junio de 2000). Asimismo, los porcentajes de carbonatos fueron bajos, con los valores más

altos registrados en el Estero de Santa Ana (47%, junio de 2001), el Río Ostula (36%, junio de 2000) y la Laguna Salinas del Padre (35%, mayo de 2001) (Anexo 1). En general, los parámetros hidrológicos obtenidos en este estudio coinciden con los registrados por Sandoval-Huerta et al. (2014), con valores que responden de manera natural a las épocas climáticas.

La lista de especies actualizada incluye las recolectadas en este estudio y las registradas para los sistemas estuarinos de Michoacán por otros autores. Así, se obtuvo un total de 123 especies, siendo 29 de plantas (microalgas, halófitas, pastos y mangles) y 94 de animales (7 de insectos acuáticos, 2 de anfípodos, 1 de isópodos, 1 de camarones peneidos, 6 de camarones carideos, 1 de cangrejos anomuros, 9 de cangrejos braquiuros, 10 de gasterópodos, 5 de bivalvos y 52 de peces) que representan la macroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán (Tabla 1).

**TABLA 1.** Lista actualizada de especies de macroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán.

| REINO PLANTAE                          | Estudio |
|--|---------|
| Subreino Viridiplantae                 |         |
| Infrareino Streptophyta                |         |
| <b>División Charophyta</b>             |         |
| Clase Charophyceae                     |         |
| Orden Charales                         |         |
| Familia Characeae                      |         |
| <i>Chara</i> sp. 1                     | o       |
| Clase Conjugatophyceae                 |         |
| Orden Zygnematales                     |         |
| Familia Zygnemataceae                  |         |
| <i>Spirogyra</i> sp. 1                 | o       |
| <b>División Tracheophyta</b>           |         |
| Subdivisión Spermatophytina            |         |
| Clase Magnoliopsida                    |         |
| Superorden Asteranae                   |         |
| Orden Apiales                          |         |
| Familia Araliaceae                     |         |
| <i>Hydrocotyle umbellata</i> L.        | o       |
| Orden Asterales                        |         |
| Familia Asteraceae                     |         |
| <i>Bidens</i> sp. 1                    | o       |
| Orden Labiales                         |         |
| Familia Acanthaceae                    |         |
| <i>Avicennia germinans</i> (L.) L.     | o       |
| Superorden Caryophyllanae              |         |
| Orden Caryophyllales                   |         |
| Familia Aizoaceae                      |         |
| <i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L. | o       |
| Familia Amaranthaceae                  |         |

*Macroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán, México*

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | <i>Arthrocnemum subterminale</i> (Parish) Standl.    | o |
|  | Familia Polygonaceae                                 |   |
|  | <i>Persicaria hydropiperoides</i> (Michx.) Small     | o |
|  | <i>Persicaria pensylvanica</i> (L.) M. Gómez         | o |
|  | <i>Persicaria punctata</i> (Elliott) Small           | o |
|  | Superorden Lilianae                                  |   |
|  | Orden Alismatales                                    |   |
|  | Familia Alismataceae                                 |   |
|  | <i>Sagittaria</i> sp. 1                              | o |
|  | Familia Araceae                                      |   |
|  | <i>Lemna minuta</i> Kunth                            | o |
|  | <i>Pistia stratiotes</i> L.                          | o |
|  | Familia Hydrocharitaceae                             |   |
|  | <i>Najas marina</i> L.                               | o |
|  | Familia Potamogetonaceae                             |   |
|  | <i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner               | o |
|  | Orden Commelinales                                   |   |
|  | Familia Pontederiaceae                               |   |
|  | <i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms            | o |
|  | <i>Pontederia</i> sp. 1                              | o |
|  | Orden Poales   |   |
|  | Familia Cyperaceae                                   |   |
|  | <i>Cyperus niger</i> Ruiz & Pav.                     | o |
|  | <i>Cyperus virens</i> Michx.                         | o |
|  | <i>Eleocharis montevidensis</i> Kunth                | o |
|  | <i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A. Mey.) Soják | o |
|  | Familia Poaceae                                      |   |
|  | <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.   | o |
|  | Familia Typhaceae                                    |   |
|  | <i>Typha domingensis</i> Pers.                       | o |
|  | Superorden Rosanae                                   |   |
|  | Orden Malpighiales                                   |   |
|  | Familia Rhizophoraceae                               |   |
|  | <i>Rhizophora mangle</i> L.                          | o |
|  | Familia Salicaceae                                   |   |
|  | <i>Salix chilensis</i> Molina                        | o |
|  | Orden Myrtales                                       |   |
|  | Familia Combretaceae                                 |   |
|  | <i>Conocarpus erectus</i> L.                         | o |
|  | <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaertn.       | o |
|  | Familia Onagraceae                                   |   |
|  | <i>Ludwigia palustris</i> (L.) Elliott               | o |
|  | <i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H. Raven         | o |

**REINO ANIMALIA**

**Phylum Arthropoda**

Subphylum Hexapoda

Clase Insecta

Subclase Pterygota

Orden Coleoptera

Suborden Adephaga

Familia Dytiscidae

*Derovatellus* sp. 1

o

Suborden Polyphaga

Familia Hydrophilidae

*Tropisternus* sp. 1

o

Orden Hemiptera

*Macroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán, México*

|  |      |
|--|------|
| Suborden Heteroptera   |      |
| Familia Belostomatidae   |      |
| <i>Belostoma</i> sp. 1   | o    |
| Familia Corixidae  |      |
| <i>Neocorixa</i> sp. 1   | o    |
| Familia Naucoridae   |      |
| <i>Ambrysus</i> sp. 1  | o    |
| Orden Odonata  |      |
| Suborden Anisoptera  |      |
| Familia Gomphidae  |      |
| <i>Phyllogomphoides</i> sp. 1  | o    |
| <i>Progomphus</i> sp. 1  | o    |
| Subphylum Crustacea  |      |
| Clase Malacostraca   |      |
| Subclase Eumalacostraca  |      |
| Superorden Peracarida  |      |
| Orden Amphipoda  |      |
| Suborden Senticaudata  |      |
| Infraorden Corophiida  |      |
| Superfamilia Corophioidea  |      |
| Familia Corophiidae  |      |
| <i>Apocorophium louisianum</i> (Shoemaker, 1934)                       | \$   |
| Infraorden Hadziida  |      |
| Superfamilia Hadzioidea  |      |
| Familia Melitidae  |      |
| <i>Melita nitida</i> Smith, 1873                                       | \$   |
| Orden Isopoda  |      |
| Suborden Cymothoida  |      |
| Superfamilia Cymothooidea  |      |
| Familia Cirolanidae  |      |
| <i>Cirolana oaxaca</i> (Carvacho & Haasmann, 1984)                     | \$   |
| Superorden Eucarida  |      |
| Orden Decapoda   |      |
| Suborden Dendrobranchiata  |      |
| Superfamilia Penaeoidea  |      |
| Familia Penaeidae  |      |
| <i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931)                              | o    |
| Suborden Pleocyemata   |      |
| Infraorden Caridea   |      |
| Superfamilia Atyoidea  |      |
| Familia Atyidae  |      |
| <i>Potimirim glabra</i> (Kingsley, 1878)                               | o    |
| Superfamilia Palaemonoidea   |      |
| Familia Palaemonidae   |      |
| <i>Macrobrachium americanum</i> Spence-Bate, 1868                      | &    |
| <i>Macrobrachium digueti</i> (Bouvier, 1895)                           | oo & |
| <i>Macrobrachium hobbsi</i> Villalobos-Hiriart & Nates-Rodríguez, 1990 | &    |
| <i>Macrobrachium tenellum</i> (Smith, 1871)                            | &    |
| <i>Palaemon hiltoni</i> (Schmitt, 1921)                                | &    |
| Infraorden Anomura   |      |
| Superfamilia Paguroidea  |      |
| Familia Coenobitidae   |      |
| <i>Coenobita compressus</i> H. Milne Edwards, 1836                     | &    |
| Infraorden Brachyura   |      |
| Superfamilia Portunoidea   |      |
| Familia Portunidae   |      |

*Macroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán, México*

|  |   |
|--|---|
| <i>Callinectes arcuatus</i> Ordway, 1863           | & |
| <i>Callinectes toxotes</i> Ordway, 1863            | & |
| Superfamilia Grapsoidea                            |   |
| Familia Sesamidae                                  |   |
| <i>Armases angustum</i> (Smith, 1870)              | & |
| <i>Sesarma sulcatum</i> Smith, 1870                | & |
| Familia Glyptograpsidae                            |   |
| <i>Glyptograpsus impressus</i> Smith, 1870         | & |
| Familia Grapsidae                                  |   |
| <i>Goniopsis pulchra</i> (Lockington, 1877)        | & |
| Familia Gecarcinidae                               |   |
| <i>Cardisoma crassum</i> Smith, 1870               | & |
| Superfamilia Ocyphodoidea                          |   |
| Familia Ocyphodidae                                |   |
| <i>Minuca ecuadoriensis</i> (MacCagno, 1928)       | & |
| <i>Ocyphode occidentalis</i> Stimpson, 1860        | & |
| <b>Phylum Mollusca</b>                             |   |
| Clase Gastropoda                                   |   |
| Subclase Neritimorpha                              |   |
| Orden Cycloneritida                                |   |
| Superfamilia Neritoidea                            |   |
| Familia Neritidae                                  |   |
| <i>Clypeolum latissimum</i> (Broderip, 1833)       | o |
| <i>Theodoxus luteofasciatus</i> (Miller, 1879)     | o |
| Subclase Caenogastropoda                           |   |
| Orden Caenogastropoda [no asignado]                |   |
| Superfamilia Cerithioidea                          |   |
| Familia Potamididae                                |   |
| <i>Cerithideopsis californica</i> (Haldeman, 1840) | o |
| Familia Thiaridae                                  |   |
| <i>Melanoides tuberculata</i> (O.F. Müller, 1774)  | o |
| Orden Littorinimorpha                              |   |
| Superfamilia Truncatelloidea                       |   |
| Familia Cochliopidae                               |   |
| <i>Cochliopina A</i>                               | o |
| <i>Cochliopina B</i>                               | o |
| <i>Pyrgophorus</i> sp. 1                           | o |
| Orden Neogastropoda                                |   |
| Superfamilia Buccinoidea                           |   |
| Familia Nassariidae                                |   |
| <i>Nassarius tiarula</i> (Kiener, 1841)            | o |
| Superfamilia Muricoidea                            |   |
| Familia Muricidae                                  |   |
| <i>Stramonita biserialis</i> (Blainville, 1832)    | o |
| Subclase Heterobranchia                            |   |
| Orden Hygrophila                                   |   |
| Superfamilia Lymnaeoidea                           |   |
| Familia Physidae                                   |   |
| <i>Physella</i> sp. 1                              | o |
| Clase Bivalvia                                     |   |
| Subclase Heterodonta                               |   |
| Infraclass Euheterodonta                           |   |
| Superorden Imparidentia                            |   |
| Orden Venerida                                     |   |
| Superfamilia Cyrenoidea                            |   |
| Familia Cyrenidae                                  |   |

*Macroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán, México*

|                          |  |          |
|--------------------------|--|----------|
|                          | <i>Polymesoda inflata</i> (Philippi, 1851)                           | o        |
|                          | Superfamilia Veneroidea  |          |
|                          | Familia Veneridae  |          |
|                          | <i>Cyclinella producta</i> (Carpenter, 1856)                         | o        |
|                          | <i>Leukoma</i> sp. 1   | o        |
|                          | <i>Lirophora discrepans</i> (G.B. Sowerby I, 1835)                   | o        |
| Orden Cardiida           |  |          |
|                          | Superfamilia Tellinoidea   |          |
|                          | Familia Tellinidae   |          |
|                          | <i>Serratina martinicensis</i> (d'Orbigny, 1853)                     | o        |
| <b>Phylum Chordata</b>   |  |          |
| Subphylum Vertebrata     |  |          |
| Superclase Gnathostomata |  |          |
| Clase Actinopterygii     |  |          |
| Orden Clupeiformes       |  |          |
|                          | Familia Clupeidae  |          |
|                          | <i>Lile gracilis</i> Castro-Aguirre & Vivero, 1990                   | +++      |
|                          | <i>Lile nigrofasciata</i> Castro-Aguirre, Ruíz-Campos & Balart, 2002 | +++      |
|                          | <i>Opisthonema libertate</i> (Günther, 1867)                         | ++       |
|                          | Familia Engraulidae  |          |
|                          | <i>Anchoa lucida</i> (Jordan & Gilbert, 1882)                        | +++      |
|                          | <i>Anchoa scofieldi</i> (Jordan & Culver, 1895)                      | +        |
|                          | Familia Pristigasteridae   |          |
|                          | <i>Ilisha fuerthii</i> (Steindachner, 1875)                          | +        |
|                          | <i>Opisthopecterus dovii</i> (Günther, 1868)                         | ++       |
|                          | <i>Pliosteostoma lutipinnis</i> (Jordan & Gilbert, 1882)             | ++ +++   |
| Orden Gonorhynchiformes  |  |          |
|                          | Familia Chanidae   |          |
|                          | <i>Chanos chanos</i> (Forsskål, 1775)                                | +        |
| Orden Siluriformes       |  |          |
|                          | Familia Ariidae  |          |
|                          | <i>Occidentarius platypogon</i> (Günther, 1864)                      | ++       |
|                          | Familia Ictaluridae  |          |
|                          | <i>Ictalurus balsanus</i> (Jordan & Snyder, 1899)                    | o        |
| Orden Gobiiformes        |  |          |
|                          | Familia Eleotridae   |          |
|                          | <i>Dormitator latifrons</i> (Richardson, 1844)                       | + ++ +++ |
|                          | <i>Eleotris picta</i> Kner, 1863                                     | + ++ +++ |
|                          | <i>Gobiomorus maculatus</i> (Günther, 1859)                          | + ++ +++ |
|                          | Familia Gobiidae   |          |
|                          | <i>Awaous banana</i> (Valenciennes, 1837)                            | o +++    |
|                          | <i>Ctenogobius sagittula</i> (Günther, 1862)                         | +++      |
|                          | <i>Gobionellus microdon</i> (Gilbert, 1892)                          | + +++    |
|                          | <i>Gobiosoma paradoxum</i> (Günther, 1861)                           | o        |
| Orden Mugiliformes       |  |          |
|                          | Familia Mugilidae  |          |
|                          | <i>Dajaus monticola</i> (Bancroft, 1834)                             | +++      |
|                          | <i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758                                 | o        |
|                          | <i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836                               | + ++ +++ |
| Orden Cichliformes       |  |          |
|                          | Familia Cichlidae  |          |
|                          | <i>Oreochromis</i> sp. 1   | o ++ +++ |
| Orden Atheriniformes     |  |          |
|                          | Familia Atherinopsidae   |          |
|                          | <i>Atherinella guatemalensis</i> (Günther, 1864)                     | +++      |
|                          | <i>Atherinella panamensis</i> Steindachner, 1875                     | +++      |

*Macroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán, México*

|  |          |
|--|----------|
| Orden Cyprinodontiformes                                 |          |
| Familia Poeciliidae                                      |          |
| <i>Poecilia butleri</i> Jordan, 1889                     | + ++ +++ |
| Orden Carangiformes                                      |          |
| Familia Carangidae                                       |          |
| <i>Caranx caninus</i> Günther, 1867                      | +++      |
| <i>Caranx sexfasciatus</i> Quoy & Gaimard, 1825          | + ++     |
| <i>Hemicaranx zelotes</i> Gilbert, 1898                  | ++       |
| <i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)              | ++       |
| <i>Trachinotus rhodopus</i> Gill, 1863                   | + +++    |
| Orden Pleuronectiformes                                  |          |
| Familia Paralichthyidae                                  |          |
| <i>Citharichthys gilberti</i> Jenkins & Evermann, 1889   | o ++ +++ |
| Familia Achiridae  |          |
| <i>Achirus klunzingeri</i> (Steindachner, 1880)          | +++      |
| <i>Achirus mazatlanus</i> (Steindachner, 1869)           | + +++    |
| <i>Trinectes fonsecensis</i> (Günther, 1862)             | +++      |
| Orden Syngnathiformes                                    |          |
| Familia Syngnathidae                                     |          |
| <i>Pseudophallus starksi</i> (Jordan & Culver, 1895)     | +++      |
| Orden Perciformes  |          |
| Familia Centropomidae                                    |          |
| <i>Centropomus armatus</i> Gill, 1863                    | + ++     |
| <i>Centropomus nigrescens</i> Günther, 1864              | +++      |
| <i>Centropomus viridis</i> Lockington, 1877              | + ++     |
| Familia Dactyloscopidae                                  |          |
| <i>Dactyloscopus amnis</i> Miller & Briggs, 1962         | +++      |
| Familia Lutjanidae                                       |          |
| <i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters, 1869)            | +++      |
| <i>Lutjanus colorado</i> Jordan & Gilbert, 1882          | ++       |
| <i>Lutjanus novemfasciatus</i> Gill, 1862                | + +++    |
| Familia Ehippididae                                      |          |
| <i>Chaetodipterus zonatus</i> (Girard, 1858)             | ++       |
| Familia Gerreidae  |          |
| <i>Eucinostomus currani</i> Zahuranec, 1980              | + ++ +++ |
| <i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)                   | +        |
| Familia Haemulidae                                       |          |
| <i>Haemulopsis leuciscus</i> (Günther, 1864)             | ++       |
| <i>Pomadasys branickii</i> (Steindachner, 1879)          | +        |
| Familia Microdesmidae                                    |          |
| <i>Microdesmus dorsipunctatus</i> Dawson, 1968           | +++      |
| Familia Polynemidae                                      |          |
| <i>Polydactylus opercularis</i> (Gill, 1863)             | ++       |
| Orden Tetraodontiformes                                  |          |
| Familia Balistidae                                       |          |
| <i>Pseudobalistes naufragium</i> (Jordan & Starks, 1895) | ++       |
| Familia Tetraodontidae                                   |          |
| <i>Sphoeroides annulatus</i> (Jenyns, 1842)              | o ++ +++ |
| Familia Diodontidae                                      |          |
| <i>Diodon holocanthus</i> Linnaeus, 1758                 | ++       |

Referencia de estudios que registraron especies: o este estudio, oo Villalobos-Hiriart y Nates-Rodríguez 1990, & Raz-Guzmán y Hermoso 2002, + Raz-Guzmán y Huidobro 2002, \$ Corona y Raz-Guzmán 2003, ++ Madrigal 2006, +++ Sandoval-Huerta et al. 2014.

Las familias mejor representadas, con cinco especies, fueron Palaemonidae (*Macrobrachium americanum*, *M. digueti*, *M. hobbsi*, *M. tenellum*, *Palaemon hiltoni*) y Carangidae (*Caranx caninus*, *C. sexfasciatus*, *Hemicaranx zelotes*, *Selar crumenophthalmus*, *Trachinotus rhodopus*), seguidas por dos familias con cuatro especies: Cyperaceae (*Cyperus niger*, *C. virens*, *Eleocharis montevidensis*, *Schoenoplectus californicus*) y Gobiidae (*Awaous banana*, *Ctenogobius sagittula*, *Gobionellus microdon*, *Gobiosoma paradoxum*) y diez familias con tres especies: Polygonaceae (plantas), Cochliopidae (gasterópodos), Veneridae (bivalvos) y los peces Clupeidae, Pristigasteridae, Eleotridae, Mugilidae, Achiridae, Centropomidae y Lutjanidae. Para las otras familias se recolectaron sólo una o dos especies de cada una.

### **Registros nuevos**

Las especies indicadas en la lista de especies con una 'o', que fueron recolectadas en este estudio y no cuentan con registros previamente publicados específicamente para los sistemas estuarinos de Michoacán, se consideran como primeros registros para dichos sistemas. Estas especies incluyen a las 29 especies de plantas, las 7 de insectos acuáticos, la única de camarón peneido (postlarvas de *Litopenaeus vannamei*), 1 de camarón carideo (*Potimirim glabra*), las 10 de gasterópodos, las 5 de bivalvos y 3 de peces.

### **Especies registradas con algún estatus**

De las especies de flora y fauna registradas para los sistemas estuarinos de Michoacán, la NOM-059-SEMARNAT-2010 incluye a los cuatro mangles *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa* con estatus de "especie amenazada" (A) y al pez topote del Pacífico *Poecilia butleri* con estatus de "especie sujeta a protección especial" (Pr). Por otra parte, *R. mangle* también está citada como "especie endémica de México" (DOF, 2010).

### **Distribución espacial**

La distribución espacial de las especies de flora y fauna registradas para los 22 sistemas estuarinos a lo largo de la costa michoacana se presenta en las figuras 2 a 6 y en las tablas 2a y 2b. Las especies de flora con las distribuciones más amplias fueron el carrizo *Phragmites australis* (8 sistemas), el tule *Typha domingensis* (7 sistemas) y la microalga *Spirogyra* sp. (6 sistemas), mientras que entre la fauna fueron los camarones carideos *Macrobrachium hobbsi* (11 sistemas) y *M. tenellum*

(8 sistemas), y el isópodo *Cirolana oaxaca*, el cangrejo ermitaño *Coenobita compressus*, el gasterópodo *Clypeolum latissimum* y los peces *Eleotris picta*, *Gobiomorus maculatus* y *Eucinostomus currani* (c/u en 6 sistemas). Las demás especies se recolectaron en uno a cinco sistemas cada una (Figs 2-6, Tablas 2a y 2b). Las especies *P. australis*, *Typha domingensis* y *Spirogyra* sp. son típicas de ambientes dulceacuícolas, tanto en zonas costeras como en aguas continentales. De estas, y al contrario de la mayoría de las plantas que tienen una distribución geográfica restringida, *T. domingensis* ha sido registrada con una distribución amplia a nivel nacional (Mora-Olivo et al., 2013). Los carideos *M. hobbsi* y *M. tenellum* también son especies características de hábitats dulceacuícolas, con estadios juveniles eurihalinos que favorecen su dispersión entre sistemas estuarinos (Villalobos, 1982). El isópodo *Cirolana oaxaca* es un componente abundante de las comunidades bentónicas y ha sido registrado para una variedad de profundidades, salinidades y tipos de hábitats, como lo detallan Espinosa-Pérez y Hendrickx (2002) y Corona y Raz-Guzmán (2003). El ermitaño *Coenobita compressus* fue recolectado en las playas arenosas del Río Chuta y de Faro de Bucerías en conchas de los gasterópodos *Theodoxus luteofasciatus* y *Stramonita biserialis*.

En cuanto a la riqueza de especies por sistema, los sistemas con más especies de flora fueron el Río Coahuayana (17 spp.), el Río Chuta (8 spp.) y la Laguna Salinas del Padre (7 spp.), mientras que los sistemas con más especies de fauna fueron el Estero Santa Ana (43 spp.), el Río Nexpa (31 spp.), la Laguna Salinas del Padre (29 spp.), el Río Mexcalhuacán (19 spp.), el Estero El Pichi y el Río Chuta (16 spp.) y el Río Coahuayana (15 spp.). En conjunto, los sistemas con mayor riqueza de especies considerando a la flora y la fauna fueron el Estero Santa Ana (47 spp.), la Laguna Salinas del Padre (36 spp.), el Río Nexpa (33 spp.), el Río Coahuayana (32 spp.), el Río Chuta (24 spp.), el Estero El Pichi (21 spp.) y el Río Mexcalhuacán (20 spp.) (Figs 2-6, Tablas 2a y 2b). En general, estos sistemas se ubican en las regiones sur y norte de la costa michoacana. La Laguna Salinas del Padre con sus pastos marinos, halófitas y mangles, los esteros Santa Ana y El Pichi con sus manglares y los ríos con su vegetación acuática sumergida, emergida, flotante y riparia, presentan un grado de heterogeneidad ambiental que favorece la presencia de especies con afinidades dulceacuícolas, estuarinas y semiterrestres (Minello y Zimmerman 1991, Raz-Guzmán y Sánchez 1996). El número reducido de especies (entre 2 y 14) registrado para los otros 15 sistemas responde a las características ambientales de los sistemas estuarinos pequeños, cerrados, oligohalinos y con baja heterogeneidad, así como a la falta de estudios en la zona.



Macroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán, México

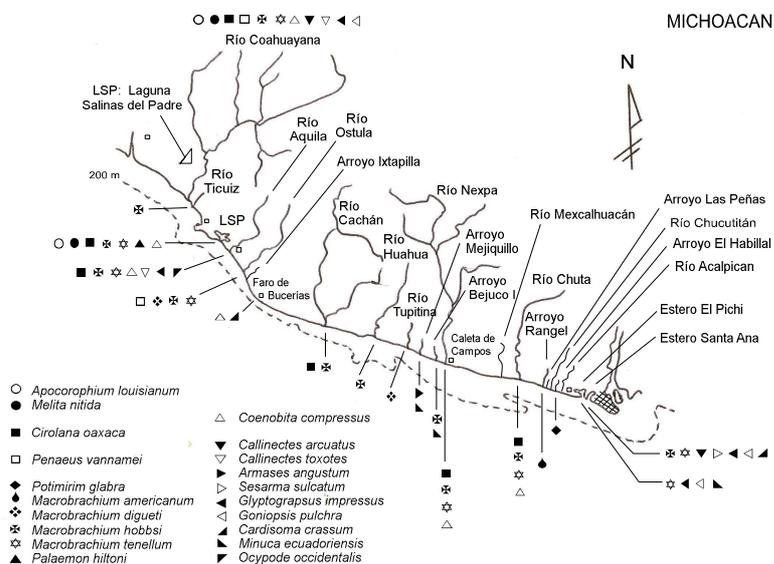


Figura 4. Distribución de los crustáceos en los sistemas estuarinos de Michoacán.

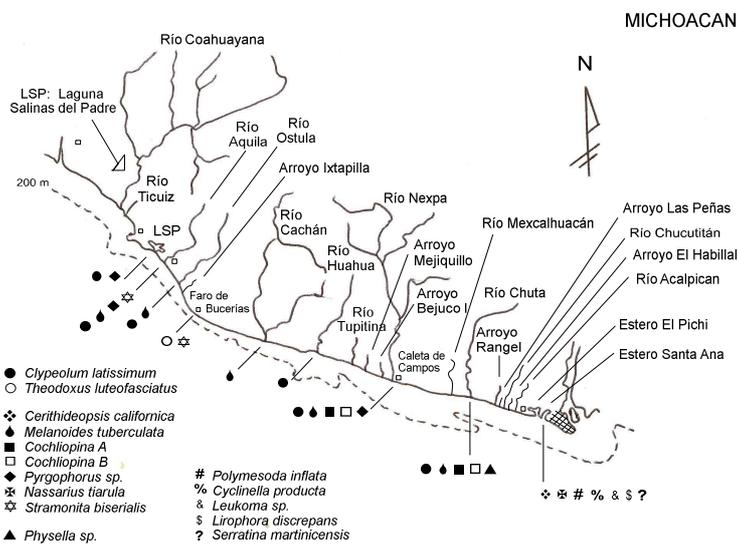


Figura 5. Distribución de los moluscos en los sistemas estuarinos de Michoacán.

Macroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán, México

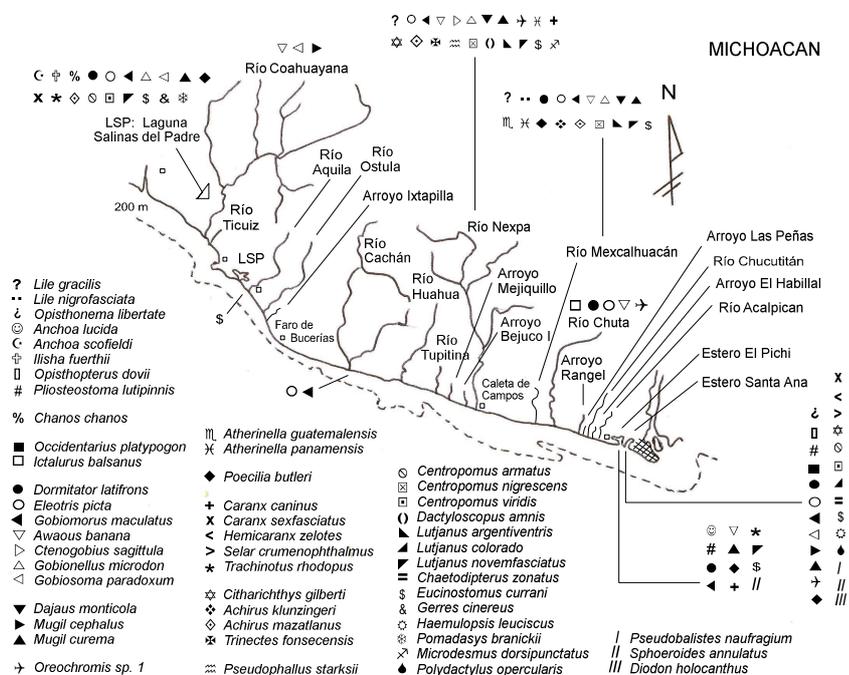


Figura 6. Distribución de los peces en los sistemas estuarinos de Michoacán.

**TABLA 2a.** Macroflora y macrofauna estuarinas de Michoacán (A-Estero Santa Ana, B-Estero El Pichi, C-Río Acalpican, D-Arroyo El Habillal, E-Río Chucutitán, F-Arroyo Las Peñas, G-Arroyo Rangel, H-Río Chuta, I-Río Mexcalhuacán, J-Río Nexpa, K-Arroyo Bejuco I, Frec-frecuencia espacial tablas 2a+2b). Referencias: 1-este estudio, 2-Villalobos-Hiriart y Nates-Rodríguez (1990), 3-Raz-Guzmán y Hermoso (2002), 4-Raz-Guzmán y Huidobro (2002), 5-Corona y Raz-Guzmán (2003), 6-Madrigal (2006), 7-Sandoval-Huerta et al. (2014).

| Especie / sistema                 | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | Frec |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| <i>Chara</i> sp.                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1    |
| <i>Spirogyra</i> sp.              |   |   |   | 1 | 1 |   | 1 | 1 | 1 |   |   | 6    |
| <i>Hydrocotyle umbelata</i>       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 2    |
| <i>Bidens</i> sp.                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1    |
| <i>Avicennia germinans</i>        | 1 | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 3    |
| <i>Sesuvium portulacastrum</i>    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1    |
| <i>Arthrocnemum subterminale</i>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1    |
| <i>Persicaria hydropiperoides</i> |   |   | 1 |   |   |   |   | 1 |   |   |   | 3    |
| <i>Persicaria pensylvanica</i>    |   |   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   | 1    |
| <i>Persicaria punctata</i>        |   |   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   | 1    |
| <i>Sagittaria</i> sp.             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1    |



Macroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán, México

|                                    |     |   |   |   |   |          |
|------------------------------------|-----|---|---|---|---|----------|
| <i>Polymesoda inflata</i>          | 1   |   |   |   | 1 |          |
| <i>Cyclinella producta</i>         | 1   |   |   |   | 1 |          |
| <i>Leukoma</i> sp.                 | 1   |   |   |   | 1 |          |
| <i>Lirophora discrepans</i>        | 1   |   |   |   | 1 |          |
| <i>Serratina martinicensis</i>     | 1   |   |   |   | 1 |          |
| <i>Lile gracilis</i>               |     |   | 7 | 7 | 2 |          |
| <i>Lile nigrofasciata</i>          |     |   | 7 |   | 1 |          |
| <i>Opisthonema libertate</i>       | 6   |   |   |   | 1 |          |
| <i>Anchoa lucida</i>               |     | 7 |   |   | 1 |          |
| <i>Anchoa scofieldi</i>            |     |   |   |   | 1 |          |
| <i>Ilisha fuerthii</i>             |     |   |   |   | 1 |          |
| <i>Opisthopterus dovii</i>         | 6   |   |   |   | 1 |          |
| <i>Pliosteostoma lutipinnis</i>    | 6   | 7 |   |   | 2 |          |
| <i>Chanos chanos</i>               |     |   |   |   | 1 |          |
| <i>Occidentarius platypogon</i>    | 6   |   |   |   | 1 |          |
| <i>Ictalurus balsanus</i>          |     |   | 1 |   | 1 |          |
| <i>Dormitator latifrons</i>        | 1,6 | 7 | 1 | 7 | 5 |          |
| <b><i>Eleotris picta</i></b>       | 6   |   | 1 | 7 | 7 | <b>6</b> |
| <b><i>Gobiomorus maculatus</i></b> | 1,6 | 7 |   | 7 | 7 | <b>6</b> |
| <i>Awaous banana</i>               |     | 7 | 1 | 7 | 7 | 5        |
| <i>Ctenogobius sagittula</i>       |     |   |   |   | 7 | 1        |
| <i>Gobionellus microdon</i>        |     |   |   | 7 | 7 | 3        |
| <i>Gobiosoma paradoxum</i>         | 1,6 |   |   |   |   | 3        |
| <i>Dajaus monticola</i>            |     |   |   | 7 | 7 | 2        |
| <i>Mugil cephalus</i>              | 1,6 |   |   |   |   | 2        |
| <i>Mugil curema</i>                | 6   | 7 |   | 7 | 7 | 5        |
| <i>Oreochromis</i> sp. 1           | 1,6 |   | 1 |   | 7 | 3        |
| <i>Atherinella guatemalensis</i>   |     |   |   | 7 |   | 1        |
| <i>Atherinella panamensis</i>      |     |   |   | 7 | 7 | 2        |
| <i>Poecilia butleri</i>            | 6   | 7 |   | 7 |   | 4        |
| <i>Caranx caninus</i>              |     | 7 |   |   | 7 | 2        |
| <i>Caranx sexfasciatus</i>         | 6   |   |   |   |   | 2        |
| <i>Hemicaranx zelotes</i>          | 6   |   |   |   |   | 1        |
| <i>Selar crumenophthalmus</i>      | 6   |   |   |   |   | 1        |
| <i>Trachinotus rhodopus</i>        |     | 7 |   |   |   | 2        |
| <i>Citharichthys gilberti</i>      | 1,6 |   |   |   | 7 | 2        |
| <i>Achirus klunzingeri</i>         |     |   |   | 7 |   | 1        |
| <i>Achirus mazatlanus</i>          |     |   |   | 7 | 7 | 3        |
| <i>Trinectes fonsecensis</i>       |     |   |   |   | 7 | 1        |
| <i>Pseudophallus starksi</i>       |     |   |   |   | 7 | 1        |
| <i>Centropomus armatus</i>         | 6   |   |   |   |   | 2        |
| <i>Centropomus nigrescens</i>      |     |   |   | 7 | 7 | 2        |
| <i>Centropomus viridis</i>         | 6   |   |   |   |   | 2        |
| <i>Dactyloscopus amnis</i>         |     |   |   |   | 7 | 1        |
| <i>Lutjanus argentiventris</i>     |     |   |   | 7 | 7 | 2        |
| <i>Lutjanus colorado</i>           | 6   |   |   |   |   | 1        |
| <i>Lutjanus novemfasciatus</i>     |     | 7 |   | 7 | 7 | 4        |
| <i>Chaetodipterus zonatus</i>      | 6   |   |   |   |   | 1        |
| <b><i>Eucinostomus currani</i></b> | 6   | 7 |   | 7 | 7 | <b>6</b> |
| <i>Gerres cinereus</i>             |     |   |   |   |   | 1        |
| <i>Haemulopsis leuciscus</i>       | 6   |   |   |   |   | 1        |
| <i>Pomadasys branickii</i>         |     |   |   |   |   | 1        |
| <i>Microdesmus dorsipunctatus</i>  |     |   |   |   | 7 | 1        |
| <i>Polydactylus opercularis</i>    | 6   |   |   |   |   | 1        |
| <i>Pseudobalistes naufragium</i>   | 6   |   |   |   |   | 1        |
| <i>Sphoeroides anulatus</i>        | 1,6 | 7 |   |   |   | 2        |
| <i>Diodon holocanthus</i>          | 6   |   |   |   |   | 1        |

*Macroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán, México*

|                            |           |           |   |   |   |   |   |           |           |           |   |
|----------------------------|-----------|-----------|---|---|---|---|---|-----------|-----------|-----------|---|
| FAUNA # sps/loc            | <b>43</b> | <b>16</b> | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | <b>16</b> | <b>19</b> | <b>31</b> | 2 |
| FLORA + FAUNA<br># sps/loc | <b>47</b> | <b>21</b> | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | <b>24</b> | <b>20</b> | <b>33</b> | 2 |

**TABLA 2b.** Macroflora y macrofauna estuarinas de Michoacán (L-Arroyo Mejiquillo, M-Río Tupitina, N-Río Huahua, O-Río Cachán, P-Faro de Bucerías, Q-Arroyo Ixtapilla, R-Río Ostula, S-Río Aquila, T-Laguna Salinas del Padre, U-Río Ticuiz, V-Río Coahuayana, Frec-frecuencia espacial tablas 2a+2b). Referencias: 1-este estudio, 2-Villalobos-Hiriart y Nates-Rodríguez (1990), 3-Raz-Guzmán y Hermoso (2002), 4-Raz-Guzmán y Huidobro (2002), 5-Corona y Raz-Guzmán (2003), 6-Madrigal (2006), 7-Sandoval-Huerta et al. (2014). *Litopenaeus vannamei* (postlarvas).

| Especie / sistema                  | L | M | N | O | P | Q | R | S | T        | U | V         | Frec     |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|---|-----------|----------|
| <i>Chara</i> sp.                   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |          |   |           | 1        |
| <b><i>Spirogyra</i> sp.</b>        |   |   |   | 1 |   |   |   |   |          |   |           | <b>6</b> |
| <i>Hydrocotyle umbelata</i>        |   |   |   |   |   |   |   |   |          | 1 | 1         | 2        |
| <i>Bidens</i> sp.                  |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   | 1         | 1        |
| <i>Avicennia germinans</i>         |   |   |   |   |   |   |   |   | 1        |   |           | 3        |
| <i>Sesuvium portulacastrum</i>     |   |   |   |   |   |   |   |   | 1        |   |           | 1        |
| <i>Arthrocnemum subterminale</i>   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1        |   |           | 1        |
| <i>Persicaria hydropiperoides</i>  |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   | 1         | 3        |
| <i>Persicaria pensylvanica</i>     |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |           | 1        |
| <i>Persicaria punctata</i>         |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |           | 1        |
| <i>Sagittaria</i> sp.              |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   | 1         | 1        |
| <i>Lemna minuta</i>                |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   | 1         | 1        |
| <i>Pistia stratiotes</i>           |   |   |   |   |   |   |   |   |          | 1 | 1         | 2        |
| <i>Najas marina</i>                |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   | 1         | 1        |
| <i>Stuckenia pectinata</i>         |   |   |   |   |   |   |   |   | 1        |   |           | 1        |
| <i>Eichhornia crassipes</i>        |   |   |   |   |   |   |   |   |          | 1 | 1         | 3        |
| <i>Pontederia</i> sp.              |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   | 1         | 1        |
| <i>Cyperus niger</i>               |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   | 1         | 2        |
| <i>Cyperus virens</i>              |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   | 1         | 3        |
| <i>Eleocharis montevidensis</i>    |   |   |   |   |   | 1 |   |   |          |   | 1         | 3        |
| <i>Schoenoplectus californicus</i> |   |   |   |   |   |   |   |   |          | 1 |           | 2        |
| <b><i>Phragmites australis</i></b> |   | 1 |   | 1 |   |   |   |   |          | 1 | 1         | <b>8</b> |
| <b><i>Typha domingensis</i></b>    |   |   |   | 1 |   | 1 |   | 1 |          | 1 | 1         | <b>7</b> |
| <i>Rhizophora mangle</i>           |   |   |   |   |   |   |   |   | 1        |   |           | 3        |
| <i>Salix chilensis</i>             |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   | 1         | 3        |
| <i>Conocarpus erectus</i>          |   |   |   |   |   |   |   |   | 1        |   |           | 3        |
| <i>Laguncularia racemosa</i>       |   |   |   |   |   |   |   |   | 1        |   |           | 4        |
| <i>Ludwigia palustris</i>          |   |   |   | 1 |   |   |   |   |          |   | 1         | 3        |
| <i>Ludwigia peploides</i>          |   |   |   |   |   | 1 |   |   |          |   | 1         | 2        |
| FLORA # sps/loc                    | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 | 3 | 0 | 1 | <b>7</b> | 6 | <b>17</b> |          |
| <i>Derovatellus</i> sp.            |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |           | 1        |
| <i>Tropisternus</i> sp.            |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |           | 1        |
| <i>Belostoma</i> sp.               |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |           | 1        |
| <i>Neocorixa</i> sp.               |   |   |   |   |   |   |   |   | 1        |   |           | 1        |
| <i>Ambrysus</i> sp.                |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |           | 1        |
| <i>Phyllogomphoides</i> sp.        |   |   |   | 1 |   |   |   |   |          |   |           | 2        |
| <i>Progomphus</i> sp.              |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   | 1         | 2        |
| <i>Apocorophium louisianum</i>     |   |   |   |   |   |   |   |   | 5        |   | 5         | 2        |

Macroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán, México

|                                      |   |   |   |   |   |   |   |           |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|-----------|
| <i>Melita nitida</i>                 |   |   |   |   |   | 5 | 5 | 2         |
| <b><i>Cirolana oaxaca</i></b>        |   | 5 |   |   | 5 | 5 | 5 | <b>6</b>  |
| <i>Litopenaeus vannamei</i>          |   |   |   | 1 |   |   | 1 | 2         |
| <i>Potimirim glabra</i>              |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Macrobrachium americanum</i>      |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Macrobrachium digueti</i>         | 3 |   |   | 3 |   |   |   | 4         |
| <b><i>Macrobrachium hobbsi</i></b>   |   | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | <b>11</b> |
| <b><i>Macrobrachium tenellum</i></b> |   |   |   | 3 | 3 | 3 | 3 | <b>8</b>  |
| <i>Palaemon hiltoni</i>              |   |   |   |   |   | 3 |   | 1         |
| <b><i>Coenobita compressus</i></b>   |   |   | 3 |   | 1 | 1 | 1 | <b>6</b>  |
| <i>Callinectes arcuatus</i>          |   |   |   |   |   |   | 3 | 2         |
| <i>Callinectes toxotes</i>           |   |   |   |   | 3 |   | 3 | 2         |
| <i>Armases angustum</i>              | 3 |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Sesarma sulcatum</i>              |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Glyptograpsus impressus</i>       |   |   |   |   | 3 |   | 3 | 4         |
| <i>Goniopsis pulchra</i>             |   |   |   |   |   |   | 3 | 3         |
| <i>Cardisoma crassum</i>             |   |   | 3 |   |   |   |   | 2         |
| <i>Minuca ecuadoriensis</i>          | 3 |   |   |   |   |   |   | 3         |
| <i>Ocypode occidentalis</i>          |   |   |   |   | 3 |   |   | 1         |
| <b><i>Clypeolum latissimum</i></b>   |   | 1 |   | 1 | 1 | 1 |   | <b>6</b>  |
| <i>Theodoxus luteofasciatus</i>      |   |   |   |   | 1 |   |   | 1         |
| <i>Cerithideopsis californica</i>    |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Melanooides tuberculata</i>       |   | 1 |   | 1 | 1 |   |   | 5         |
| <i>Cochliopina A</i>                 |   |   |   |   |   |   |   | 2         |
| <i>Cochliopina B</i>                 |   |   |   |   |   |   |   | 2         |
| <i>Pyrgophorus sp.</i>               |   |   |   |   | 1 | 1 |   | 3         |
| <i>Nassarius tiarula</i>             |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Stramonita biserialis</i>         |   |   | 1 |   | 1 |   |   | 2         |
| <i>Physella sp.</i>                  |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Polymesoda inflata</i>            |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Cyclinella producta</i>           |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Leukoma sp.</i>                   |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Lirophora discrepans</i>          |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Serratina martinicensis</i>       |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Lile gracilis</i>                 |   |   |   |   |   |   |   | 2         |
| <i>Lile nigrofasciata</i>            |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Opisthonema libertate</i>         |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Anchoa lucida</i>                 |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Anchoa scofieldi</i>              |   |   |   |   |   | 4 |   | 1         |
| <i>Ilisha fuerthii</i>               |   |   |   |   |   | 4 |   | 1         |
| <i>Opisthopterus dovii</i>           |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Pliosteostoma lutipinnis</i>      |   |   |   |   |   |   |   | 2         |
| <i>Chanos chanos</i>                 |   |   |   |   |   | 4 |   | 1         |
| <i>Occidentarius platypogon</i>      |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Ictalurus balsanus</i>            |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Dormitator latifrons</i>          |   |   |   |   |   | 4 |   | 5         |
| <b><i>Eleotris picta</i></b>         |   | 1 |   |   |   | 4 |   | <b>6</b>  |
| <b><i>Gobiomorus maculatus</i></b>   |   | 1 |   |   |   | 4 |   | <b>6</b>  |
| <i>Awaous banana</i>                 |   |   |   |   |   |   | 1 | 5         |
| <i>Ctenogobius sagittula</i>         |   |   |   |   |   |   |   | 1         |
| <i>Gobionellus microdon</i>          |   |   |   |   |   | 4 |   | 3         |
| <i>Gobiosoma paradoxum</i>           |   |   |   |   |   | 1 | 1 | 3         |
| <i>Dajaus monticola</i>              |   |   |   |   |   |   |   | 2         |
| <i>Mugil cephalus</i>                |   |   |   |   |   |   | 1 | 2         |
| <i>Mugil curema</i>                  |   |   |   |   |   | 4 |   | 5         |
| <i>Oreochromis sp. 1</i>             |   |   |   |   |   |   |   | 3         |
| <i>Atherinella guatemalensis</i>     |   |   |   |   |   |   |   | 1         |



(Ibarra Villanueva, 2016) y las zonas aledañas al Río Pesquería, Nuevo León (Bermejo Acosta, 2003). Ambos autores, junto con Palacino et al. (2017), reconocieron a estos insectos como bioindicadores, dada su sensibilidad ante alteraciones ambientales en cuerpos de agua, lo que les confiere un valor alto como organismos clave para determinar la calidad del agua en los ecosistemas. Asimismo, Sandoval y Molina Astudillo (2000) citaron en particular a los géneros *Tropisternus*, *Belostoma*, *Ambrysus*, *Phyllogomphoides* y *Progomphus* como útiles en el biomonitoreo de ambientes lénticos y lóticos. Por otra parte, los tres órdenes incluyen especies que prestan un servicio ecosistémico a través de la depredación de plagas, particularmente las de larvas de mosquitos del género *Culex*, pudiendo constituir una alternativa en la lucha en contra de estos vectores de importancia sanitaria. Ejemplos de estas especies se encuentran entre las libélulas (Palacino et al., 2017) y en los géneros *Tropisternus* (Quiróz Martínez, 1989) y *Belostoma* (Leonardo y De Reyes, 2004).

**TABLA 3.** Uso de algunas de las plantas acuáticas registradas para los estuarios de Michoacán: OR ornamental, AR artesanal, RA restauración ambiental (para depurar agua), FO fertilizante orgánico, AL alimento para peces, cerdos y vacas, CO construcción (muebles, techos de chozas), IN insecticida (insectos del maíz), ME medicinal (antibiótico, anti-inflamatorio), BG producción de biogás.

| Especie                            | OR | AR | RA | FO | AL | CO | IN | ME | BG |
|------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Persicaria hydropiperoides</i>  |    |    |    |    |    |    | X  |    |    |
| <i>Persicaria punctata</i>         |    |    |    |    |    |    |    | X  |    |
| <i>Pistia stratiotes</i>           | X  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Najas marina</i>                | X  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Stuckenia pectinata</i>         | X  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Eichhornia crassipes</i>        | X  | X  | X  | X  | X  |    |    |    | X  |
| <i>Schoenoplectus californicus</i> | X  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Phragmites australis</i>        |    |    | X  |    |    |    |    |    |    |
| <i>Typha domingensis</i>           | X  | X  | X  |    |    | X  |    |    |    |
| <i>Ludwigia peploides</i>          | X  |    |    |    |    |    |    |    |    |

### Crustáceos

La única especie de camarón peneido que fue recolectada en este estudio fue el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, del cual se recolectaron únicamente postlarvas en las bocas de los ríos Ostula y Coahuayana. Las postlarvas de esta especie habitan entre la vegetación acuática sumergida de sistemas estuarinos, mientras que los adultos constituyen una pesquería importante en la zona infralitoral del Pacífico mexicano en donde llegan a presentar tallas máximas de LT 230 mm.

La especie esta citada como de importancia pesquera en la Carta Nacional Pesquera (DOF, 2012), siendo que también es importante en la acuicultura (Hendrickx, 1995a). Tres especies de langostinos, *Macrobrachium americanum*, *M. digueti* y *M. tenellum*, sostienen pesquerías ribereñas artesanales. Se capturan en arroyos, ríos y lagunas someras desde Sonora hasta Chiapas. La información detallada sobre unidades de pesca, capturas históricas, esfuerzo pesquero y estrategias de manejo se presenta en la Carta Nacional Pesquera (DOF, 2012). El valor comercial de *M. americanum* en México es alto como resultado de sus tallas grandes, con machos de LT 250 mm y hembras de LT 193 mm, aunque su explotación es en escala reducida (Hendrickx, 1995a). También se ha intentado cultivar y producir sin éxito, sobre todo en la fase larval (García-Guerrero et al., 2013). *Macrobrachium digueti* ha sido utilizado como bioindicador de contaminación ya que puede acumular concentraciones altas de metales traza como plomo y mercurio (Ruelas-Inzunza et al., 2011). *Macrobrachium tenellum* es un buen candidato para el cultivo ya que se encuentra en densidades altas en la naturaleza, no es agresivo y tolera intervalos de temperatura, salinidad y concentración de oxígeno amplios y fluctuantes (Ponce-Palafox et al., 2002). Sin embargo, su importancia pesquera es secundaria, siendo que las poblaciones ribereñas lo aprovechan para autoconsumo y venta local (Espino-Barr et al., 2006), a pesar de que es la especie más comúnmente encontrada en los sistemas estuarinos a lo largo de la costa del Pacífico mexicano (Hernández et al., 2007). Por otra parte, De Grave (2013) citó al langostino *M. hobbsi* como de consumo local, sin amenazas a sus poblaciones. Dos especies eurihalinas de jaibas, *Callinectes arcuatus* y *C. toxotes*, se capturan en los sistemas estuarinos y marinos a lo largo del Pacífico mexicano en donde su pesquería representa una alternativa durante la veda del camarón. Sin embargo, el uso de las dos especies como recurso pesquero es solamente local como resultado de sus tallas medianas (Hendrickx, 1995c). Como en el caso de los langostinos, la información detallada sobre unidades de pesca, capturas históricas, esfuerzo pesquero y estrategias de manejo se encuentra en la Carta Nacional Pesquera (DOF, 2012). El cangrejo azul *Cardisoma crassum* vive en madrigueras cerca de ríos, manglares y lagunas salobres en donde alcanza un ancho de caparazón máximo de 132 mm. Se comercializa principalmente por la talla grande de su quela mayor, aunque localmente y por medio de capturas manuales (Hendrickx, 1995c).

## Moluscos

Con respecto a los moluscos, la mayoría son utilizados para confeccionar artículos decorativos. De las especies recolectadas en los sistemas estuarinos de Michoacán, sólo los gasterópodos *Melanooides tuberculata* y *Stramonita biserialis* y el bivalvo *Polymesoda inflata* han sido registrados con algún aspecto de importancia comercial, como se detalla a continuación. El caracol malasio *Melanooides tuberculata* es una especie dulceacuícola oportunista tropical que ha sido introducida a nivel mundial desde África Oriental, principalmente como polizonte en plantas comercializadas para la industria de los acuarios (CONABIO, 2017). Su primer registro en México se remonta a los 1970s en Veracruz. Se encuentra en prácticamente todos los sistemas dulceacuícolas de 16 estados de México (Contreras-Arquieta et al., 1995), sin incluir registros para Michoacán. Es un hospedero intermediario de 37 especies de tremátodos parásitos que causan enfermedades al hombre, peces de interés comercial, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (CONABIO, 2017). Su riesgo de traslocación y establecimiento es alto ya que presenta partenogénesis, viviparidad, alta tasa reproductiva, alta longevidad, dispersión por medio de aves acuáticas, ganado, lirio acuático e inundaciones, adaptación a hábitats alterados y tolerancia a una variedad amplia de condiciones ambientales (Facon et al. 2003, Bolaji et al. 2011, Barba Macías et al. 2014). Asimismo, se vende por internet dada su capacidad para limpiar el detrito y alimentarse de las algas de los acuarios (Mercado Libre, 2019), lo cual a su vez le otorga una importancia económica. También es ecológicamente importante puesto que compite con especies nativas, como Contreras-Arquieta y Contreras-Balderas (2000) observaron en Nuevo León y Coahuila, incluyendo el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatro Ciénegas, en donde las especies nativas han decrecido en 25-100%. En México su comercio no está regulado, su introducción no está prohibida y no figura en la lista de plagas sujetas a cuarentena obligada (DOF, 1996). El caracol de las rocas *Stramonita biserialis* está registrado como una especie común en las costas de Michoacán, de uso ornamental y para colecciones, sin que exista una pesquería organizada para su recolecta (Holguín-Quiñones, 2006). Para el estado de Guerrero, Torreblanca-Ramírez et al. (2014) y Castro-Mondragón et al. (2016) la registraron como una especie de distribución amplia con uso para consumo humano, sin contar con normas para su explotación, protección y manejo. La almeja de fango *Polymesoda inflata* habita en sustratos lodosos de estuarios oligohalinos y es citada por Holguín Quiñones (2006) como una especie de interés potencial como alimento.

## Peces

Con referencia a las especies de peces registradas en este estudio para los sistemas estuarinos de Michoacán, Torres-Hernández et al. (2016) citaron a 15 especies de importancia pesquera (*Chanos chanos*, *Occidentarius platypogon*, *Mugil curema*, *Caranx caninus*, *C. sexfasciatus*, *Selar crumenophthalmus*, *Centropomus armatus*, *C. nigrescens*, *Lutjanus argentiventris*, *L. colorado*, *L. novemfasciatus*, *Chaetodipterus zonatus*, *Eucinostomus currani*, *Haemulopsis leuciscus*, *Polydactylus opercularis*), resaltando a *Centropomus armatus* como una de las más importantes y a tres especies de valor para consumo local (*Opisthonema libertate*, *Anchoa scofieldi*, *Pliosteostoma lutipinnis*). Anteriormente Raz-Guzmán y Huidobro (2002) citaron a cuatro especies (*M. curema*, *C. armatus*, *C. viridis*, *L. novemfasciatus*) específicamente para la Laguna Salinas del Padre, todas de importancia solamente a nivel local.

Una búsqueda de literatura publicada sobre la flora y la fauna de los sistemas estuarinos de Michoacán proporcionó un trabajo de Villaseñor (2005) que incluye listas de especies de flora y fauna recopiladas de proyectos de la UMSNH, UNAM, CONABIO, INECOL-BAJÍO, CENAPROS-INIFAP y la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, el cual sin embargo no menciona localidades costeras específicas. La página de Internet #4 cita este trabajo e incluye información general.

Para el caso particular de las plantas, dos trabajos citan la presencia de especies a nivel estatal, sin especificar localidades: el de Mora-Olivo et al. (2013) para plantas vasculares acuáticas y el de Villaseñor (2016) para todas las plantas vasculares del país. Asimismo, Lot et al. (1999) citaron a tres especies de vegetación acuática para la costa de Michoacán (*Nymphoides indica* (L.) Kuntze, *Najas guadalupensis* (Spreng.) Magnus y *Ruppia maritima* L.), sin especificar sus localidades. Por su parte, CONABIO (2009) publicó una ficha informativa sobre el mangle negro *Avicennia germinans*, mencionando a Michoacán pero igualmente sin citar localidades.

Con respecto a la fauna una gran parte de la literatura incluye regiones de todo el país, como en el caso de los insectos acuáticos (Blackwelder 1944-1957, Novelo-Gutiérrez 2007), las tortugas (DOF 1990, Briseño-Dueñas y Abreu-Grobois 1998, SEMARNAP-INE 2000, Márquez-Millan y Jiménez-Quiroz 2006, DOF 2013) y los cocodrilos (Casas-Andreu 1995, SEMARNAP-INE 1997-2000, Sigler 2002). Para los moluscos en particular existen muy pocos estudios efectuados en la plataforma

continental de Michoacán y no se encontraron trabajos sobre moluscos estuarinos. Para los crustáceos, algunos trabajos mencionan a Michoacán pero no citan localidades, excepto el de García-Madrigal (2000) quien registró 42 especies para varios hábitats de la Bahía de Maruata, incluyendo a las especies *Sesarma sulcatum*, *Glyptograpsus impressus*, *Cardisoma crassum* y *Ocypode occidentalis* registradas en el presente estudio. Por último, para los peces, igualmente la mayoría de los trabajos se han llevado a cabo en la plataforma continental. Excepciones son el de Sandoval-Huerta et al. (2014) quienes recolectaron 31 especies en los sistemas estuarinos de Nexpa, Teolán, Mexcalhuacán y El Pichi y registraron datos de abundancia, biomasa, dominancia y riqueza de especies por sistema y el de Sandoval-Huerta et al. (2015) quienes determinaron las relaciones longitud-peso de 14 especies recolectadas en los mismos cuatro sistemas. Por su parte, Torres-Hernández et al. (2016) prepararon un compendio de especies registradas a lo largo de la costa michoacana para una variedad de hábitats incluyendo estuarios, pozas de marea, arrecifes rocosos, sustratos arenosos, comunidades coralinas, arrecifes artificiales y la zona demersal-pelágica, citaron a 62 especies estuarinas e incluyeron información zoogeográfica y de importancia comercial.

## **Consideraciones finales**

La riqueza de especies en los sistemas estuarinos de Michoacán es marcadamente baja en comparación con otros sistemas estuarinos de México. Esto se explica considerando varios factores ambientales. Siendo la costa de Michoacán una costa de subducción y encontrándose la Sierra de Coalcomán muy cercana a la costa, la mayor parte de la planicie costera es angosta e intermitente, lo que permite la formación sólo de lagunas costeras y esteros de dimensiones reducidas. Aunado a esto, la región presenta una época seca larga que genera sistemas estuarinos que son cerrados por las playas depositadas por el acarreo litoral de sedimentos y, por ende, mayormente oligo-mesohalinos. En consecuencia de lo anterior, los sistemas presentan una reducida heterogeneidad ambiental que, a su vez, resulta en una baja riqueza de especies. La época seca es interrumpida por la época de lluvias que genera, en algunos cauces de ríos, crecidas de hasta siete metros de altura durante aproximadamente dos semanas en verano-otoño. Las crecidas entonces abren las bocas de los ríos, lagunas y esteros, permitiendo el intercambio de agua con el mar, por un tiempo limitado e incrementando el número de especies presentes en los sistemas. Por otra parte, el número de estudios que se han enfocado específicamente a los sistemas estuarinos es limitado, lo cual resulta en una

escasez de información sobre las especies, hábitats y comunidades de estos sistemas a lo largo de la costa de Michoacán.

Los estudios sistemáticos y los inventarios de recursos vivos contribuyen al conocimiento del capital natural de un país, particularmente cuando las necesidades económicas y sociales ejercen presión sobre los ecosistemas naturales. También dan soporte a los estudios básicos que posibilitan el tener una percepción sólida de las modificaciones posibles que se pueden dar en los ecosistemas, así como al diseño de modelos ecológicos holísticos para la planeación de estrategias de manejo sustentable que incluyan el uso racional y la preservación de los sistemas naturales, entre los que los sistemas estuarinos son especialmente ricos. Considerando que el muestreo en el que se basa este estudio se llevó a cabo hace 17 años, la información recopilada y actualizada constituye una plataforma a partir de la cual estudios futuros podrán comparar la biodiversidad en los sistemas estuarinos y su estado de conservación, identificar cambios en las condiciones hidrológicas, evaluar los efectos socio-económicos potenciales en la región, declarar en su caso Áreas Protegidas, Reservas de la Biósfera, sitios RAMSAR, etc., e implementar proyectos de ecoturismo. Considerando la importancia ecológica y económica de las especies de flora y fauna de los sistemas estuarinos de Michoacán, sería óptimo contar con un plan de manejo para la conservación de sus hábitats a lo largo de la costa.

A manera de nota final, la información recopilada de la literatura permite ver que los sistemas estuarinos de Michoacán han sido poco estudiados, siendo que en ellos habitan un buen número de especies de flora y fauna, muchas de las cuales se registran aquí por primera vez. Asimismo, considerando que dichos sistemas funcionan como áreas de crianza, alimentación y protección para las fases larvales y juveniles de especies que posteriormente cumplen alguna función, ya sea como objeto ornamental, especie bioindicadora o controladora de plagas, o como sostén de pesquerías artesanales o industriales, es importante enfatizar la necesidad de efectuar monitoreos periódicos que permitan proteger y manejar óptimamente los recursos estuarinos de esta costa.

### **Agradecimientos**

Gracias a los investigadores que identificaron las especies: Martha Ortega<sup>†</sup> y José Luis Godínez, UNAM (microalgas), Pedro Ramírez, UNAM (pastos), Xavier Madrigal, UMSNH (plantas vasculares), Rafael Barba, UNAM (insectos), Adriana Corona, UNAM (anfípodos), Carmen Espinoza, UNAM (isópodos), Mario Martínez,

UNAM (carideos atyidos), Margarita Hermoso, UNAM (carideos palemónidos), Edna Naranjo, UNAM (moluscos) y Leticia Huidobro, UNAM (peces). A X. Madrigal por el apoyo en campo. Al Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) por el apoyo económico otorgado al proyecto de investigación "Reconocimiento Ecológico de los Sistemas Estuarinos de Michoacán", registro RMA, partida 5.7.

## Literatura citada

- Atlas Nacional de México. 1990. Vol. II. Instituto de Geografía, UNAM.
- Barba Macías, E., M. Magaña-Vásquez y J. Juárez-Flores. 2014. Nuevos registros de los gasterópodos *Melanoides tuberculata* (Muller, 1974) y *Atrevia granifera* (Lamarck, 1822) en las cuencas Grijalva, Usumacinta y Tonalá, Pajonal-Machona, Tabasco. P. 359-379. En: Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México. (A. Low Pfeng, P. Quijón y E. Peters, Eds.) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), University of Prince Edward Island (UPEI). Segunda parte, distribución de especies invasoras: casos de estudio. México.
- Barnard J. L. y G. S. Karaman. 1991. The Families and Genera of Marine Gammaridean Amphipoda (except marine Gammaroids). Records of the Australian Museum, Supplement 13 (1&2), 1-866.
- Bermejo Acosta, G. 2003. Proposición metodológica para la evaluación de la calidad del agua del Río Pesquería, mediante el análisis de su ecosistema bentónico, como tributario de la cuenca San Juan, en Nuevo León, México. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Civil, Univ. Autónoma de Nuevo León. México. 93 pp.
- Blackwelder, R. H. 1944-1957. Checklist of the coleopterous insects of Mexico, Central America, the West Indies and South America. US Nat. Mus. Bull. 185(1): 1-188.
- Bolaji, D. A., C. A. Edokpayi, O. B. Samuel, R. O. Akinnigbagbe y A. A. Ajulo. 2011. Morphological characteristics and salinity tolerance of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774). World Journal of Biological Research 4(2): 1-11.
- Bonilla-Barbosa, J. R. y B. Santamaría. 2013. Plantas acuáticas exóticas y trasladadas invasoras. P. 223-247. En: Especies Acuáticas Invasoras en México. (R. Mendoza y P. Koleff, Coords.) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

- Bousfield, E. L. y P. M. Hoover. 1997. The amphipod superfamily Corophioidea on the Pacific Coast of North America. Part V. Family Corophiidae: Corophiinae, new subfamily. Systematics and distributional ecology. *Amphipacifica* 2(3): 67-139.
- Briseño-Dueñas, R. y F. A. Abreu-Grobois. 1998. Las tortugas y sus playas de anidación en México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Informe final SNIBCONABIO proyecto P066. México, DF. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfP066.pdf>
- Brusca, R. C. 1980. Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. 513 pp.
- Casas-Andreu, G. 1995. Los Cocodrilos de México como Recurso Natural. Presente, Pasado y Futuro. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 46: 153-162.
- Castro-Aguirre, J. L., H. Espinosa y J. J. Schmitter-Soto. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. Editorial Limusa-Noriega. México. 711 pp.
- Castro-Mondragón, H., R. Flores-Garza, A. Valdez- González, P. Flores-Rodríguez, S. García-Ibáñez y J. L. Rosas-Acevedo. 2016. Diversidad, especies de mayor importancia y composición de tallas de los moluscos en la pesca ribereña en Acapulco, Guerrero, México. *Acta Universitaria* 26(6): 24-34. DOI: 10.15174/au.2016.1025
- Cedeño-Vázquez, J. R. 1995. Distribución y situación actual de *Crocodylus acutus* Cuvier (1807) (Reptilia: Crocodylidae) en la costa de Michoacán, México. Tesis profesional. Facultad de Biología, Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- CONABIO. 2009. Mangle negro. Fichas de Especies Mexicanas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. Compilado por Elizabeth Torres Bahena. Revisado por Carlos Galindo Leal. Marzo 2009.
- CONABIO. 2017. Evaluación rápida de invasividad de *Melanoides tuberculata*. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Contreras-Arquieta, A. y S. Contreras-Balderas. 2000. Description, biology and ecological impact of the screw snail *Thiara tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Thiariidae) in Mexico. P. 151-160. En: Nonindigenous freshwater organisms: vectors, biology and impacts. (R. Claudi y J.H. Leach, Eds.) Lewis Publishers, Boca Ratón.

- Contreras-Arquieta, A., G. Guajardo-Martínez y S. Contreras-Balderas. 1995. Redescipción del caracol exógeno *Thiara (Melanoides) tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Thiaridae) y su distribución en México. Publicaciones Biológicas – FCB/UANL 8(1,2): 1-16.
- Corona, A. y A. Raz-Guzmán. 2003. Distribución geográfica de los anfipodos e isópodos (Crustacea: Peracarida: Amphipoda e Isopoda) de los sistemas estuarinos de Michoacán, México. P. 219-225. En: Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este 2. (M. E. Hendrickx, Ed.) Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
- Dean, N. D., Jr. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition. Comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Petrology* 44(1): 242-248.
- De Grave, S. 2013. *Macrobrachium hobbsi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T197581A2491623. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T197581A2491623. Consultado agosto 25, 2018.
- DOF – Diario Oficial de la Federación. 1990. Acuerdo por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California. Mayo 31, 1990. México.
- DOF - Diario Oficial de la Federación. 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-054-ZOO-1996. Establecimiento de cuarentenas para animales y sus productos. Junio 8, 1998. México.
- DOF – Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diciembre 30, 2010. México.
- DOF – Diario Oficial de la Federación (Segunda Sección). 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. Agosto 24, 2012. México.
- DOF – Diario Oficial de la Federación. 2013. Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012. Establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación. Febrero 1, 2013. México.
- Domínguez-Domínguez, O., X. Madrigal-Guridi, E. Sandoval-Huerta, E. Torres-Hernández, S. E. Jacobo-Cabral, G. Palacios-Morales, A. García-Meráz, S. Romero-Gallardo y P. Salazar-Araujo. 2014. Listado taxonómico de la

- ictiofauna de la costa de Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto HJ021. México, DF.
- Epler, J. H. 1996. Identification manual for the water beetles of Florida. Coleoptera: Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Gyrinidae, Haliplidae, Hydraenidae, Hydrophilidae, Noteridae, Psephenidae, Ptylodactilidae, Scirtidae. Department of Environmental Protection. Division of Water Facilities, Tallahassee, US.
- Espino-Barr, E., B. A. García, G. M. Puente, A. C. Zamorano, A. O. Ahumada y E. Cabral-Solís. 2006. Análisis preliminar de los aspectos biológicos del langostino mazacate *Macrobrachium tenellum* en el estado de Colima. P. 93-94. En: Memorias del III Foro Científico de Pesca Ribereña. (B. E. Espino, A. M. Carrasco y G. M. Puente, Eds.) Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA. Jalisco, México.
- Espinosa-Pérez, M. C. y M. E. Hendrickx. 2001. Checklist of isopods (Crustacea: Peracarida: Isopoda) from the eastern tropical Pacific. *Belgian Journal of Zoology* 131(1): 41-54.
- Espinosa-Pérez, M. C. y M. E. Hendrickx. 2002. Distribution and ecology of isopods (Crustacea: Peracarida: Isopoda) of the Pacific coast of Mexico. P. 95-104. En: *Modern Approaches to the Study of Crustacea*. (E. Escobar-Briones y F. Alvarez, Eds.) Kluwer Acad. Publications.
- Facon, B., J. P. Pointier, M. Glaubrecht, C. Poux, P. Jarne y P. David. 2003. A molecular phylogeography approach to biological invasions of the New World by parthenogenetic thiarid snails. *Molecular Ecology* 12: 3027-3039.
- Fernández-Eguiarte, A., A. Gallegos-García y J. Zavala-Hidalgo. 1992. Hipsometría y Batimetría. Atlas Nacional de México, Vol. I. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Carta I.1.1.
- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. 1995. Guía FAO para identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. II y III. Vertebrados. Roma, FAO.
- Flores, C. N. 1992. Análisis de la anidación en tortuga negra *Chelonia agasizii* (Bocourt 1868) en relación con algunos factores del ambiente incubatorio en la playa de Colola, Michoacán. Tesis profesional. Escuela de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. 58 pp.

- Fuentes, P. y M. T. Gaspar. 1981. Aspectos biológicos y ecológicos de la ictiofauna de la desembocadura del Río Balsas, Mich.-Gro. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 192 pp.
- García-Guerrero, M. U., F. Becerril-Morales, F. Vega-Villasante y L. D. Espinosa-Chaurand. 2013. Los langostinos del género *Macrobrachium* con importancia económica y pesquera en América Latina: conocimiento actual, rol ecológico y conservación. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 41(4): 651-675. DOI: 103856/vol41-issue4-fulltext-3
- García-Madrugal, M. S. 1994. *Brachyura* (Crustacea: Decapoda) de la Bahía de Maruata, Michoacán, México. *Contribuciones Zoológicas de CINAM* (1): 1-40.
- García-Madrugal, M. S. 2000. Cangrejos braquiuros (*Brachyura*) de la Bahía de Maruata, Michoacán, México. *Revista de Biología Tropical* 48(1): 181-191.
- García-Madrugal, M. S. y J. R. Bastida-Zavala. 1998. Lista de poliquetos (Annelida: Polychaeta) y braquiuros (Crustacea: Decapoda) registrados para la costa de Michoacán, México. *Quetzal, UMSNH (México)* (8): 21-25.
- González, E. 2000. Ictiofauna de la Laguna de Maquili, Michoacán, México. Tesis profesional. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia. 62 pp.
- González-González, J. 1993. Comunidades Algales del Pacífico Tropical. P. 420-443. En: *Biodiversidad Marina y Costera de México*. (S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González, Eds.) CONABIO y CIQRO, México.
- González-Soriano, E. y R. Novelo-Gutiérrez. 1996. Odonata. P. 147-167. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. (J. Llorente, A. García y E. González, Eds.) UNAM-CONABIO, México.
- Hendrickx, M. E. 1993. Crustáceos Decápodos del Pacífico Mexicano. P. 271-318. En: *Biodiversidad Marina y Costera de México*. (S.I. Salazar-Vallejo y N. E. González, Eds.) CONABIO y CIQRO, México.
- Hendrickx, M. E. 1995a. Camarones: 417-537. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. I. Plantas e Invertebrados. 646 p. W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem. (Eds). FAO, Roma, Italia.
- Hendrickx, M. E. 1995b. Anomuros: 539-564. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. I. Plantas e Invertebrados. 646 p. W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem. (Eds). FAO, Roma, Italia.

- Hendrickx, M. E. 1995c. Cangrejos: 565-636. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. I. Plantas e Invertebrados. 646 p. W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem. (Eds). FAO, Roma, Italia.
- Hendrickx, M. E. 1996. Los Camarones Penaeoidea Bentónicos (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata) del Pacífico mexicano. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ICMYL, UNAM, México. 148 pp.
- Hendrickx, M. E. y A. W. Harvey. 1999. Checklist of anomuran crabs (Crustacea: Decapoda) from the Eastern Tropical Pacific. *Belgian Journal of Zoology* 129(2): 363-389.
- Hendrickx, M. E. y J. Salgado-Barragán. 1997. Crustáceos estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida: Stomatopoda) y decápodos (Crustacea: Decapoda). P. 51-90. En: Tercer Catálogo de la Colección de Referencia de Invertebrados. Estación Mazatlán, ICML, UNAM. (M. E. Hendrickx, M. C. Espinosa-Pérez, J. Salgado-Barragán y M. N. Méndez-Ubach, Eds.) CONABIO, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México.
- Hernández, L., G. Murugan, G. Ruiz-Campos y A. Maeda-Martínez. 2007. Freshwater shrimp of the genus *Macrobrachium* (Decapoda: Palaemonidae) from the Baja California Peninsula, Mexico. *Journal of Crustacean Biology* 27: 351-369.
- Holguín-Quiñones, O.F. 2006. Moluscos bentónicos de interés económico y potencial de las costas de Michoacán, Colima y Jalisco, México. P. 121-131. En: Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán. (M.C. Jiménez-Quiroz y E. Espino-Barr, Eds.) Instituto Nacional de la Pesca, CRIP-Manzanillo, SAGARPA. México.
- Ibarra Villanueva, A. 2016. Relación entre los parámetros físicos y químicos y la composición de insectos acuáticos en el humedal de Tumulco, Tuxpan, Veracruz. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Univ. Veracruzana. México. 83 pp.
- INEGI. 1984. Geografía en Informática. Dirección General de Geografía. Marzo 26, 1984.
- Keen, A. M. 1971. Sea Shells of Tropical West America: Marine Mollusks from Baja California to Peru. Stanford University Press. 1064 pp.
- León-Álvarez, D. y J. González-González. 1993. Algas costosas del Pacífico Tropical. P. 456-474. En: Biodiversidad Marina y Costera de México. (S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González, Eds.) CONABIO y CIQRO, México.

- Leonardo, A. y A. De Reyes. 2004. Estudio de la preferencia alimentaria de *Belostoma elegans* (Heteroptera: Belostomatidae) y su importancia sanitaria. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.
- Lot, A., A. Novelo, M. Olvera y P. Ramírez-García. 1999. Catálogo de angiospermas acuáticas de México. Hidrófitas estrictas emergentes, sumergidas y flotantes. Cuadernos 33. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF. 161 pp.
- Lugo-Hubp, J., J. F. Aceves-Quezada y C. Córdova-Fernández de Arteaga. 1992. Pendientes. In: Morfometría 2. Atlas Nacional de México, Vol. II. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Carta IV.3.2.
- Madrid-Vera, J., H. Aguirre-Villaseñor y I. Rosado-Bravo. 1993. Comunidades de Peces Marinos de Michoacán. P. 509-519. En: Biodiversidad Marina y Costera de México. (S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González, Eds.) CONABIO y CIQRO, México.
- Madrigal, X. 2006. Distribución espacial y temporal de la ictiofauna del Estero de Santa Ana, Michoacán, México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental). Univ. Nacional Autónoma de México. México. 83 pp.
- Márquez-Millan, R. y M. C. Jiménez-Quiroz. 2006. Programa Nacional de Tortugas Marinas. In: Guzmán-Amaya, P. y D. F. Fuentes-Castellanos. Pesca, acuicultura e investigación en México. Comisión de Pesca. Cámara de Diputados. LIX Legislatura-Congreso de la Unión, México: 341-360.
- Martinell-Benito, N. 1986. Estudio ecológico de las algas de las desembocaduras de Michoacán. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 179 pp.
- Mc Cafferty, W. P. 1983. Aquatic Entomology. Jones & Bartlett Publishers. Boston. 448 pp.
- McNeely, J. A., K. R. Miller, W. V. Reid, R. A. Mittermeier & T. B. Werner. 1990. The information required to conserve biological diversity. P. 71-81. En: Conserving the world's biological diversity. Chapter V, IUCN, WRI, CI, WWF-US, The World Bank.
- Mercado Libre. 2019. Caracol melanoide. Fecha de actualización mayo 6, 2019. <https://listado.mercadolibre.com.mx/>
- Merrit, R. W. y K. W. Cummins (Eds). 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall Hunt Publishing Co. Dubuque, Iowa, US. 862 pp.
- Minello, T. J. y R. J. Zimmerman. 1991. The role of estuarine habitats in regulating growth and survival of juvenile penaeid shrimp. P. 1-16. En: Frontiers of

- Shrimp Research. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 22. (P.F. DeLoach, M. A. Davidson y W. J. Dougherty, Eds.) Elsevier, Amsterdam.
- Mora-Olivo, A., J. L. Villaseñor y M. Martínez. 2013. Las plantas vasculares acuáticas estrictas y su conservación en México. *Acta Botánica Mexicana* 103: 27-63.
- Myers, A. A. y J. K. Lowry. 2003. A phylogeny and new classification of the Corophiidea Leach, 1814 (Amphipoda). *Journal of Crustacean Biology* 23: 443-485.
- Needham, J. G. y M. J. Westfall. 1954. *A Manual of the Dragonflies of North America (Anisoptera)*. University of California Press. Berkeley. 615 pp.
- Novelo-Gutiérrez, R. 1996. Estudio biosistemático de las nayades del orden Odonata (Insecta) en México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Univ. Nacional Autónoma de México. México.
- Novelo-Gutiérrez, R. 2007. El estudio de los odonatos (Insecta: Odonata) en México. enfoques y perspectivas. P. 9-23. En: Simposio internacional. Entomología Acuática Mexicana: estado actual de conocimiento y aplicación. (R. Novelo-Gutiérrez y P. E. Alonso-Eguía Lis, Eds.) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Sociedad Mexicana de Entomología. Jiutepec, Morelos, México.
- Palacino, F., C. Bota, C. Amaya y N. Contreras. 2017. Libélulas y caballitos del diablo del departamento del Meta, Colombia. Universidad El Bosque, Colombia.
- Pennak, R. W. 1978. *Fresh-water Invertebrates of the United States*. John Wiley & Sons. New York. 803 pp.
- Ponce-Palafox, J., C. Arana-Magallon, H. Cabanillas-Beltrán y H. Esparza. 2002. Bases biológicas y técnicas para el cultivo de los camarones de agua dulce nativos del Pacífico americano *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) y *M. americanum* (Bate, 1968). I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura: 534-546.
- Prescott, G. W. 1954. *How to Know. The Fresh-Water Algae*. WM. C. Brown Company Publishers. Iowa, US. 211 pp.
- Prescott, G. W. 1969. *How to Know. The Aquatic Plants*. WM. C. Brown Company Publishers. Iowa, US. 171 pp.
- Quiróz Martínez, H. 1989. Impacto del clavicordio del agua *Tropisternus* sp. (Coleoptera: Hydrophilidae) sobre larvas de *Culex pipiens* Say (Diptera: Culicidae). Tesis de grado. Facultad de Ciencias Biológicas, Univ. Autónoma de Nuevo León. México. 25 pp.

- Raz-Guzmán, A. y M. Hermoso. 2002. Distribución espacial y afinidades zoogeográficas de los camarones carideos y cangrejos anomuros y braquiuros de los sistemas litorales de Michoacán. P. 265-279. En: Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este. (M. E. Hendrickx, Ed.) Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
- Raz-Guzmán, A. y L. Huidobro. 2002. Fish communities in two environmentally different estuarine systems of Mexico. *Journal of Fish Biology*, 61(suppl. A): 182-195.
- Raz-Guzmán, A. y A. J. Sánchez. 1996. Trophic structure related to seagrass habitat complexity. P. 241-248. En: *Seagrass Biology. Proceedings of an International Workshop*. Rottneest Island, Western Australia. (J. Kuo, R. C. Phillips, D. I. Walker y H. Kirkman, Eds.) The University of Western Australia.
- Raz-Guzmán, A. y A. J. Sánchez. 2001. La biodiversidad en los ambientes estuarinos y marinos de México. *Ciencia Nicolaita* (26): 79-92.
- Ruelas-Inzunza, J., C. Green-Ruiz, M. Zavala-Nevárez y M. Soto-Jiménez. 2011. Biomonitoring of Cd, Cr, Hg and Pb in the Baluarte River basin associated to a mining area (NW Mexico). *Sci. Tot. Environ.* 409: 3527-3536.
- Sandoval, J. C. e I. F. Molina Astudillo. 2000. Insectos. P. 405-550. En: *Organismos Indicadores de la Calidad del Agua y de la Contaminación (Bioindicadores)*. (G. de la Lanza, S. Hernández y J. L. Carvajal, Comp.) Plaza y Valdés, S. A. de C. V. México.
- Sandoval-Huerta, E. R., X. Madrigal-Guridi, O. Domínguez-Domínguez, G. Ruiz-Campos y A. F. González-Acosta. 2015. Length-weight and length-length relations for 14 fish species from the central Mexican Pacific coast. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 45(2): 199-201. DOI: 10.3750/AIP2015.45.2.10
- Sandoval-Huerta, E. R., X. Madrigal-Guridi, L. H. Escalera-Vázquez, M. Medina-Nava y O. Domínguez-Domínguez. 2014. Estructura de la comunidad de peces en cuatro estuarios del Pacífico mexicano central. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85(4): 1184-1196. DOI: 10.7550/rmb.42105
- SEMARNAP-INE. 1997-2000. Proyecto Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM). Disponible en: <https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/59/74/76/85/3474.pdf>
- SEMARNAP-INE. 2000. Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Instituto Nacional de Ecología. México. 106 pp.
- Shackley, M. L. 1975. *Archaeological Sediments*. Butterworths. London. 159 pp.
- Shepard, F. P. 1973. *Submarine Geology*. Harper & Row, USA: 102-129.

- Sigler, L. 2002. Conservación y manejo de *Crocodylus acutus* en México. P. 167-184. En: La conservación y el manejo de caimanes y cocodrilos de América Latina. (L. M. Verdade y A. Larriera, Eds.) CN Editorial Piracicaba, SP, Brasil.
- Torreblanca-Ramírez, C., R. Flores-Garza, P. Flores-Rodríguez, S. García-Ibáñez, J. E. Michel-Morfin y J. L. Rosas-Acevedo. 2014. Gasterópodos con potencial económico asociados al intermareal rocoso de la Región Marina Prioritaria 32, Guerrero, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 49(3): 547-557. DOI: 10.4067/S0718-19572014000300011
- Torres-Hernández, E., G. Palacios-Morales, S. Romero-Gallardo, P. Salazar-Araujo, A. García-Meraz, X. Madrigal-Guridi, L. F. Del Moral-Flores y O. Domínguez-Domínguez. 2016. Annotated checklist of the coastal ichthyofauna from Michoacán State, Mexico. *ZooKeys* 606: 99-126. DOI: 10.3897/zookeys.606.9004
- Transeau, E. N. 1951. The Zygnemataceae (fresh-water conjugate algae) with keys for the identification of genera and species, and seven hundred eighty-nine illustrations. Columbus: The Ohio State University Press, US. 327 pp.
- Usinger, R. L. (Ed.). 1956. Aquatic Insects of California. University of California Press, Berkeley. 508 pp.
- Villalobos, A. 1982. Decapoda. P. 215-239. En: Aquatic Biota of Mexico, Central America and the West Indies. (S. Hurlbert y A. Villalobos, Eds.) San Diego, California.
- Villalobos-Hiriart, J. L. y J. C. Nates-Rodríguez. 1990. Dos especies nuevas de camarones de agua dulce del género *Macrobrachium* Bate (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae), de la vertiente occidental de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 61: 1-11.
- Villaseñor, L. E. (Ed.). 2005. La Biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Michoacán-Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
- Villaseñor, J. L. 2016. Taxonomy and systematics. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 559-902.
- Wicksten, M. K. y M. E. Hendrickx. 1992. Checklist of penaeoid and caridean shrimps (Decapoda: Penaeoidea, Caridea) from the Eastern Tropical Pacific. No. 9. P. 1-11. En: Proceedings of the San Diego Society of Natural History 9-27. Benthic Macrocrustaceans of the Eastern Tropical Pacific. (M. E. Hendrickx y R. C. Brusca, Eds.) San Diego Natural History Museum, Instituto

de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

### PAGINAS DE INTERNET

Página de Internet #1. <http://www.tropicos.org/>, consultada enero 2018.

Página de Internet #2. <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=419512>, consultada enero 2018.

Página de Internet #3. <https://www.itis.gov/>, consultada enero 2018.

Página de Internet #4. <http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/michoacan.html>, consultada mayo 2018.

## Anexo 1.

Parámetros hidrológicos y sedimentarios de los sistemas estuarinos de Michoacán (CO<sub>3</sub>: carbonatos, MOT: materia orgánica total, GR: grava, AR: arena, LA: limo-arcilla, sd: sin dato).

| hora             | localidad – fecha  | prof<br>cm | visib<br>cm | temp<br>°C | sal<br>‰  | CO <sub>3</sub><br>% | MOT<br>%    | GR<br>%     | AR<br>%     | LA<br>% |
|------------------|--------------------|------------|-------------|------------|-----------|----------------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| JUNIO 7, 2000    |                    |            |             |            |           |                      |             |             |             |         |
| 11:00            | Arroyo El Habillal | 50         | 50          | 28         | 2         | 0                    | 0.83        | 1.2         | <b>96.9</b> | 1.9     |
| 13:00            | Río Chucutitán     | 20         | 20          | 34         | 0         | 0                    | 1.85        | 32.2        | <b>65.5</b> | 2.3     |
| 13:30            | Arroyo Las Peñas   | 10         | 10          | 38         | <b>26</b> | 8                    | 1.87        | 1.4         | <b>95.8</b> | 2.8     |
| 14:30            | Arroyo Rangel      | 70         | 30          | 35         | <b>20</b> | 2                    | 1.75        | 35.6        | <b>62.3</b> | 2.1     |
| 15:30            | Río Chuta          | 150        | 150         | 35         | 0         | 4                    | 2.36        | <b>65.2</b> | 34.2        | 0.6     |
| 17:00            | Río Mexcalhuacán   | 70         | 70          | 34         | 0         | 16                   | 3.14        | <b>91.6</b> | 6.2         | 2.2     |
| JUNIO 8, 2000    |                    |            |             |            |           |                      |             |             |             |         |
| 09:00            | Río Nexpa          | 300        | 100         | 28         | 0         | 10                   | 2.39        | 3.8         | <b>88.5</b> | 7.7     |
| 10:30            | Río Huahua         | 30         | 30          | 28         | 0         | 0                    | 1.55        | <b>64.7</b> | 35.3        | 0       |
| 13:00            | Río Cachán         | 20         | 8           | 30         | 0         | 0                    | 2.79        | <b>81.2</b> | 16.9        | 1.9     |
| 14:30            | Río Ostula         | 100        | 2           | 32         | 0         | <b>36</b>            | 3.79        | <b>73.7</b> | 17.9        | 8.4     |
| 15:30            | Río Aquilla        | 50         | 7           | 35         | 0         | 0                    | <b>5.87</b> | <b>79.9</b> | 14.6        | 5.5     |
| 16:30            | Río Ticuiz         | 200        | 60          | 31         | 0         | 4                    | 1.03        | 2.8         | <b>97.2</b> | 0       |
| 18:00            | Río Coahuayana     | 100        | 15          | 34         | 0         | 0                    | 1.34        | 32.9        | <b>63.3</b> | 3.8     |
| OCTUBRE 17, 2000 |                    |            |             |            |           |                      |             |             |             |         |
| 11:30            | Estero El Pichi    | 380        | 100         | 30         | 6         | 0                    | sd          | 0           | <b>70.8</b> | 29.2    |
| 13:00            | Río Acalpican      | 70         | 20          | 30         | 0         | 10                   | 1.13        | 8.8         | <b>91.2</b> | 0       |
| 13:30            | Río Chucutitán     | 20         | 20          | 31         | 0         | 0                    | 1.91        | 10.2        | <b>89.8</b> | 0       |

*Macroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán, México*

|                  |                        |     |     |      |           |           |             |             |             |             |
|------------------|------------------------|-----|-----|------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 14:00            | Arroyo Las Peñas       | 100 | 100 | 32   | 0         | 10        | 2.51        | <b>45.6</b> | <b>54.4</b> | 0           |
| 14:30            | Arroyo Rangel          | 100 | 100 | 31.5 | 0         | 0         | 3.43        | <b>67.2</b> | 29.5        | 3.3         |
| 15:30            | Río Chuta              | 70  | 70  | 30.8 | 0         | 6         | 2.02        | 13.5        | <b>75</b>   | 11.5        |
| 16:30            | Río Mexcalhuacán       | 100 | 100 | 31   | 0         | 6         | sd          | 0           | <b>100</b>  | 0           |
| 17:00            | Río Nexpa              | 200 | 30  | 29   | 0         | 0         | 2.94        | <b>53.6</b> | <b>35.7</b> | 10.7        |
| OCTUBRE 18, 2000 |                        |     |     |      |           |           |             |             |             |             |
| 09:00            | Arroyo Bejuco I        | 20  | 20  | 25.6 | 0         | 6         | sd          | <b>44.4</b> | <b>55.6</b> | 0           |
| 10:00            | Arroyo Mejiquillo      | 10  | 10  | 25.5 | 0         | 20        | 4.65        | <b>46.7</b> | <b>51.4</b> | 1.9         |
| 11:00            | Río Tupitina           | 400 | 300 | 25.7 | 0         | 4         | 1.52        | 6.8         | <b>81.5</b> | 11.7        |
| 12:00            | Río Huahua             | 70  | 70  | 25.6 | 0         | 0         | 3.07        | 18          | <b>75.7</b> | 6.3         |
| 14:30            | Río Cachán             | 40  | 30  | 31   | 0         | 7.5       | <b>6.65</b> | <b>59.2</b> | 25          | 15.8        |
| 17:00            | Faro de Bucerías       | 5   | 5   | 30.3 | 0         | 0         | 0.75        | <b>43.5</b> | <b>56.5</b> | 0           |
| 18:00            | Arroyo Ixtapilla       | 5   | 5   | 29.5 | 0         | 6         | 1.3         | 14.1        | <b>81.5</b> | 4.4         |
| 18:30            | Río Ostula             | 60  | 50  | 28.7 | 0         | 0         | 1.67        | 11.4        | <b>75</b>   | 13.6        |
| OCTUBRE 19, 2000 |                        |     |     |      |           |           |             |             |             |             |
| 11:30            | Río Aquila, boca       | 70  | 70  | 28.3 | 0         | 0         | 1.75        | 22.2        | <b>70.9</b> | 6.9         |
| 12:00            | Río Aquila, puente     | 50  | 50  | 26.8 | 0         | 0         | 1.46        | 1.2         | <b>83.3</b> | 15.5        |
| 13:30            | Lag Salinas del Padre  | 120 | 40  | 30.4 | 7         | 6         | 1.1         | 1.7         | <b>54.2</b> | <b>44.1</b> |
| 17:30            | Río Ticuiz, boca       | 200 | 30  | 31.2 | 0         | 0         | 1.04        | 0.2         | <b>87.5</b> | 12.3        |
| 18:30            | Río Ticuiz, puente     | 160 | 70  | 30.3 | 0         | 6         | 2.08        | 13.3        | <b>70</b>   | 16.7        |
| 19:00            | Boca de Apiza          | 250 | 3   | 30.2 | 0         | 4         | 2.18        | 0.3         | <b>85.2</b> | 14.5        |
| MAYO 14, 2001    |                        |     |     |      |           |           |             |             |             |             |
| 12:30            | Río Chuta, puente      | 45  | 45  | 28   | 0         | 5.5       |             |             |             |             |
| 14:00            | Río Chuta, boca        | 140 | 140 | 30   | 0         | 6         |             |             |             |             |
| 17:00            | Río Nexpa, puente      | 250 | 200 | 30   | 0         | 8.5       |             |             |             |             |
| 18:30            | Río Nexpa, boca        | 450 | 410 | 30   | 0         | sd        |             |             |             |             |
| MAYO 15, 2001    |                        |     |     |      |           |           |             |             |             |             |
| 15:30            | Río Cachán, puente     | 25  | 25  | 29.8 | 0         | 21        |             |             |             |             |
| 17:00            | Río Cachán, boca       | 350 | 250 | 28   | 10        | 26.5      |             |             |             |             |
| MAYO 16, 2001    |                        |     |     |      |           |           |             |             |             |             |
| 13:00            | Río Ostula             | 40  | 25  | 30.5 | 0         | 18.5      |             |             |             |             |
| 17:30            | Río Aquila             | 300 | 55  | 29.7 | 4         | 8         |             |             |             |             |
| MAYO 17, 2001    |                        |     |     |      |           |           |             |             |             |             |
| 14:00            | Lag Salinas del Padre  | 20  | 20  | 34.0 | <b>18</b> | <b>35</b> |             |             |             |             |
| 15:00            | Lag Salinas del Padre  | 60  | 50  | 31.5 | 0         | 18.5      |             |             |             |             |
| MAYO 18, 2001    |                        |     |     |      |           |           |             |             |             |             |
| 11:30            | Río Coahuayana, puente | 30  | 30  | 31.5 | 0         | 8.5       |             |             |             |             |
| 13:00            | Río Coahuayana, boca   | 70  | 70  | 29.5 | 0         | 20        |             |             |             |             |
| 14:30            | Boca de Apiza          | 160 | 110 | 29   | 0         | 13.5      |             |             |             |             |
| JUNIO 11, 2001   |                        |     |     |      |           |           |             |             |             |             |

*Macroflora y macrofauna de los sistemas estuarinos de Michoacán, México*

---

|                  |                              |     |     |      |           |           |
|------------------|------------------------------|-----|-----|------|-----------|-----------|
| 14:30            | Estero de Santa Ana, sup     | 600 | 15  | 28   | 9         | sd        |
| 14:30            | Estero de Santa Ana, fondo   | 600 | 15  | 30   | <b>23</b> | <b>47</b> |
| OCTUBRE 8, 2001  |                              |     |     |      |           |           |
| 14:30            | Estero de Santa Ana, sup     | 450 | 40  | 31   | 0         |           |
| 14:30            | Estero de Santa Ana, fondo   | 450 | 40  | 30.5 | <b>20</b> |           |
| OCTUBRE 9, 2001  |                              |     |     |      |           |           |
| 11:30            | Estero El Pichi, sup         | 550 | 70  | 31.5 | 0         |           |
| 11:30            | Estero El Pichi, fondo       | 550 | 70  | 31   | <b>22</b> |           |
| 14:30            | Río Acalpican                | 75  | 25  | 34   | 0         |           |
| 17:00            | Río Chuta, boca              | 170 | 150 | 33   | 0         |           |
| OCTUBRE 10, 2001 |                              |     |     |      |           |           |
| 10:00            | Río Nexpa, boca              | 180 | 90  | 29   | 0         |           |
| 12:00            | Río Huahua, boca             | 70  | 50  | 26.5 | 0         |           |
| 14:30            | Río Cachán, boca             | 120 | 20  | 27.5 | 0         |           |
| 16:30            | Río Ostula, boca             | 40  | 40  | 28.8 | 0         |           |
| OCTUBRE 11, 2001 |                              |     |     |      |           |           |
| 09:30            | Río Aquila, boca             | 70  | 20  | 26.5 | 0         |           |
| 12:30            | Lag Salinas del Padre, sup   | 70  | 50  | 31.5 | <b>18</b> |           |
| 12:30            | Lag Salinas del Padre, fondo | 70  | 50  | 31.5 | <b>18</b> |           |
| 15:00            | Río Coahuayana               | 70  | 10  | 31   | 0         |           |