

International Journal of Biological and Natural Sciences

BIODIVERSIDAD ÍCTICA REGISTRADA EN EL ENTORNO HIDROLÓGICO DE LA ZONA INTERMUNICIPAL BOCA DEL RÍO Y MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ

Rafael Chávez-López

Facultad de Estudios Superiores Iztacala,
Universidad Nacional Autónoma de México,
Tlalnepantla de Baz, Estado de México,
México

Ángel Morán-Silva

Facultad de Estudios Superiores Iztacala,
Universidad Nacional Autónoma de México,
Tlalnepantla de Baz, Estado de México,
México

Jesús Montoya-Mendoza

Instituto Tecnológico de Boca del Río,
Tecnológico Nacional de México, Carretera
Veracruz-Córdoba
Boca del Río, Veracruz, México

Sergio Cházaro-Olvera

Facultad de Estudios Superiores Iztacala,
Universidad Nacional Autónoma de México,
Tlalnepantla de Baz, Estado de México,
México

Asela del Carmen Rodríguez-Varela

Facultad de Estudios Superiores Iztacala,
Universidad Nacional Autónoma de México,
Tlalnepantla de Baz, Estado de México,
México

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: Se presenta una actualización de las especies de peces registrados en la zona estuarina de Boca del Río, que incluye la única reserva protegida en la costa de Veracruz: Reserva Natural Estatal Arroyo Moreno, además el río Jamapa y el Sistema Lagunar de Mandinga (SLM); se hizo una revisión bibliográfica que incluyo tesis de licenciatura publicadas en la última década. Los registros incluyen 41 familias, 97 géneros y 147 especies; la mayor riqueza específica se ha registrado en SLM (108 especies), luego Arroyo Moreno (69 especies) y Río Jamapa (53 especies). 15 familias reúnen el 76.35% de las especies, la familia Cichlidae fue la más numerosa fueron (12 especies), Gobiidae (11 especies), Poeciliidae (9 especies), Gerreidae y Carangidae (8 especies). Se presenta por primera vez el registro de *Microdesmus carri*, también *Parachromis managuensis* señalada como una especie invasora y a la especie exótica *Trichopodus trichopterus*; las especies marinas (95) fueron las más numerosas, la riqueza específica es comparable a las reportadas para otros estuarios y lagunas costeras del Golfo de México, las 147 especies reconocidas superan la biodiversidad de peces anotadas para estuarios del norte y sur de Veracruz.

Palabras clave: Veracruz, peces estuarinos, Golfo de México

INTRODUCCIÓN

La presencia de los estuarios en todas las costas del mundo los coloca como un grupo de ecosistemas importantes; por su ubicación entre corrientes de agua dulce y marina, además de ser una interfase entre la tierra y el mar, median diferentes tipos de procesos químicos y biológicos que los caracterizan como ecosistemas acuáticos de alta productividad en un mosaico complejo de condiciones ambientales que les confiere valores naturales trascendentes como zonas

de alta biodiversidad, de criadero natural para la biota y como aportadores de diferentes servicios ecosistémicos que han beneficiado a la humanidad por milenios (Swadling et al. 2022).

Sin duda que en estas ventajas naturales radican sus principales conflictos con los humanos, porque por su ubicación en zonas de comunicación con el mar se han elegido para el asentamiento continuo de diferentes actividades para el desarrollo humano, colocándolos entre los ecosistemas más amenazados ambientalmente en nuestro planeta (Basset et al. 2013).

Como sucede en todas las zonas estuarinas del mundo, su deterioro es ocasionado por la sustitución histórica del uso del suelo, por la sobreexplotación de recursos acuáticos y la tala de la vegetación ecológicamente valiosa, en este caso el proceso de urbanización del puerto de Veracruz y su influencia sobre los municipios aledaños como Boca del Río y Medellín de Bravo, ha propiciado que diferentes hábitats naturales hayan desaparecido o bien que al paso del tiempo sean absorbidos en la mancha urbana con un destino incierto.

Es el caso del Arroyo Moreno que actualmente forma parte del Área Natural Protegida Arroyo Moreno (ANPAM), ubicada entre los municipios de Boca del Río y Medellín; como hábitat estuarino destaca su valor natural como corredor biológico, además que presenta un fragmento importante de bosque de manglar dominado por *Rhizophora mangle*; de acuerdo a CONABIO (2010) de las 450 hectáreas originales del área protegida solo quedan 287 con una deforestación del 60%, esta formación vegetal estuarina se considera de gran relevancia ecológica pues es un parche biológico vulnerable al estar rodeado de una gran superficie urbanizada.

Esta interacción produce impactos constantes generados por la urbanización

creciente de la zona aledaña a la ANPAM; desde hace décadas algunas áreas siguen siendo usadas clandestinamente como tiraderos de basura a cielo abierto, a lo que se suma el incremento de las descargas de aguas domésticas e industriales desde el canal de la Zamorana y del dren B (Méndez-Álvarez, 2013) y la modificación de las cualidades del agua por el desagüe de las instalaciones de la energía termoeléctrica “Dos Bocas”.

Otra situación similar y menos documentada sucede con el sistema lagunar de Mandinga (SLM) que en las últimas décadas ha estado presionado por la urbanización litoral con asentamientos para segmentos económicos de alto impacto que incluso les ha permitido modificar la morfología del canal estuarino en el que han incluido muelles individuales, en los últimos años se siguen permitiendo asentamientos de estos niveles además de los que siguen ocurriendo en los márgenes sureños de la llamada Laguna Grande.

En esta contribución se presenta una primera actualización de las especies de peces que se han registrado históricamente en la zona estuarina de Boca del Río, que incluye la Reserva Natural Estatal Arroyo Moreno, el río Jamapa y el Sistema Lagunar de Mandinga.

MÉTODOS. ÁREA DE ESTUDIO

Los municipios que cubren la zona de estudio se ubican en la denominada Región de Sotavento, esta incluye 12 municipios, entre estos la zona conurbada intermunicipal Veracruz-Boca del Río-Medellín de Bravo, que funge de manera importante como centro financiero y de abasto para el Estado y el resto de la República; las actividades económicas de esta zona conurbada son básicamente: la industria, el comercio, turismo y otros giros de servicios portuarios.

En su conjunto los municipios de Veracruz-Boca del Río cubren una extensión de 285

km² (243 Km² y 42 Km² respectivamente), con aproximadamente 640,000 habitantes; el avance de este crecimiento demográfico está agregando al municipio de Medellín de una extensión de 370 Km², que rebasó 75,000 habitantes en 2015 (datamexico.org), en la actualidad es el que presenta un desarrollo urbano más rápido, sus principales sectores de actividad económicas son la agricultura, ganadería y actividades industriales de termoeléctrica, procesadoras, agroquímicas y comercio. En la Figura 1 se presenta la ubicación geoespacial de las zonas de estudio.

CLIMA

El clima de la zona se clasifica en la categoría de los cálidos húmedos (Aw2), anualmente se reconocen tres estaciones climáticas, la fría o de “nortes”, que abarca de noviembre a marzo, con escasa precipitación, con temperatura del aire baja (18°C) y frecuentes invasiones de masas de aire frío boreal; la estación de secas, que abarca desde los meses de abril hasta junio y que se puede extender hasta agosto cuando ocurre la canícula, se caracteriza porque son los meses de mayores temperaturas ambientales (en promedio 33°C), la precipitación del mes más seco oscila entre 0 y 60 mm; en la época de lluvias que va desde agosto hasta octubre, suceden las mayores descargas pluviales (hasta 1700mm) que llegan a ocasionar inundaciones en la zona e incluyen frecuentes tormentas tropicales y ocurrencia de huracanes en el Golfo de México, el porcentaje de lluvia invernal de 5% al 10.2% del total anual (Rodríguez-Zúñiga et al. 2013).

En las siguientes secciones se describen las particularidades de cada cuerpo de agua.

Arroyo Moreno. Esta corriente de agua es parte de la cuenca hidrológica del río Jamapa, que drena en un área de 1,679 Km², su origen se ubica en las áreas nevadas del volcán Citlaltépetl, este escurrimiento avanza en



Fig. 1. Área de estudio, hacia el norte ANPAM*, curso del río Jamapa, Sistema Lagunar de Mandinga (Google Earth, Terrametrics – Maxar Technologies-CNES/Airbus, 2023)



Figura 2. Polígono de la Reserva Natural Estatal Arroyo Moreno en el municipio de Boca del Río, Veracruz. El polígono señala la superficie de la reserva. Recuperado de: <http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/espacios-naturales-protegidas/> consultado en 26/09/22.

dirección oriente, colectando otras corrientes formadas en las laderas nororientales del volcán. El río Jamapa nace en el límite de los estados de Puebla y Veracruz, a 50 Km su cauce sigue un rumbo sureste en zonas de topografía media.

En las zonas de menor pendiente forma meandros, cambiando su nombre a río Jamapa, que pasa por el municipio de Medellín de Bravo, donde se encuentra con el río Cotaxtla y conserva su nombre; a partir de esta confluencia el río Jamapa fluye hacia el nor-oriental hasta arribar al Arroyo Moreno, a la vez que se separa de los cauces que alimentan a la Laguna de Mandinga (Fuentes-Mariles et al. 2014).

En el municipio de Boca del Río, la corriente de agua forma parte de la Reserva Natural Estatal Arroyo Moreno, que es administrada por los municipios de Boca del Río y Medellín de Bravo, cuenta con una superficie estimada de 308 hectáreas que legalmente se ha actualizado a 249 Ha (Gobierno del Estado de Veracruz, 2006); se localiza en las coordenadas 19° 05' y 19° 08' N y 96° 06' y 96° 09' O.

Como hábitat estuarino, Arroyo Moreno recibe los principales aportes de agua dulce de la cuenca del río Jamapa y el flujo de agua marina por los intercambios mareales con el Golfo de México, el patrón mareal es de tipo mixto diario. Arroyo Moreno se localiza dentro del área protegida y sigue un curso con una longitud cercana a los 11 km, la columna de agua presenta una profundidad promedio de 1.5 m, pero hay sitios con más de 3 m de profundidad, en el cauce predominan sedimentos limosos; la corriente de agua desemboca en el margen izquierdo del Río Jamapa y a unos 1,300 m de la boca estuarina que se comunica al mar (Fig. 2).

ANPAM es la única área natural protegida costera en el estado de Veracruz, su justificación biológica fue confirmada por López-Portillo et al. (2009) quienes presentaron los registros

de más de 350 especies de hongos y plantas, 150 especies de insectos, 15 de anfibios, 50 de reptiles, 74 de aves y 41 especies de mamíferos, en este listado no se presentan registros de especies de peces, aunque en los hechos, son ordinarias actividades de pesca artesanal mediante atarrayas o anzuelos. Otro hecho es que se conoce poco de la historia natural de esta reserva y del desarrollo de los procesos sociales y económicos que influyen en su condición ambiental actual.

Río Jamapa. La desembocadura del estuario del río Jamapa, Veracruz, es un lugar de transición estuarina entre el río propiamente y la zona nerítica al que se transportan sedimentos, compuestos y diferentes grupos de especies de organismos hacia el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

El río Jamapa tiene su origen dentro de los estados de Puebla y Veracruz, se une al río Cotaxtla y luego desemboca en el Golfo de México en el municipio de Boca del Río, Veracruz. El estuario del río Jamapa tiene otros afluentes como el Arroyo Moreno y El Estero, este es el canal de comunicación de la Laguna Mandinga. La desembocadura del río Jamapa descarga sus aguas al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV).

El nivel del río Jamapa en su parte estuarina tiene una modulación micromareal de aproximadamente 2.0 m, con una componente semidiurna, diaria y lunisolar cada 2 semanas. Como estuario, tiene un cauce de navegación en la parte sur que genera cambios importantes en su dinámica. Este canal produce fuertes corrientes de más de 0.5 m/s y un continuo intercambio de agua salobre con el océano. En el lado sur, el intercambio de agua del río y el mar es más continuo que hacia el lado norte, donde el agua puede permanecer estática por períodos mayores a 24 horas debido a la baja velocidad y al suministro continuo de agua del Arroyo Moreno (Fuentes-Mariles et al. 2014; Salas-Monreal et al. 2019) (Fig. 3).



Fig. 3. Curso del Río Jamapa desde 19°02'59.90" N – 96°08'16.09" O hasta su desembocadura en el Golfo de México en 19°02'59.90" N – 96°08'16.09" (Google Earth, Terrametrics – Maxar Technologies, 2023)

Sistema Lagunar de Mandinga (SLM). Este sistema Lagunar está separado del mar por una barrera arenosa, pero se conecta con el Golfo de México por el estuario del río Jamapa; el SLM se encuentra entre las coordenadas 19° 00'N y 96° 02'W y 19°06'N 96° 06'W; tiene una longitud aproximada de 20 km y está compuesto por seis cuerpos de agua que se conectan por canales naturales, que localmente son llamados esteros: El Conchal cuyo extremo se localiza al noroeste de la Laguna Larga, que se comunica con el mar y tiene una longitud de 6.96 Km; el estero Horcones corre desde la parte sureste de la Laguna La Larga y se une a la Laguna Redonda por el oeste; luego el estero Mandinga, con una longitud de 1.65 Km, la une con la Laguna de Mandinga (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2014; Fig. 4).



Fig. 4. Fig. 3. Ubicación del Sistema Lagunar de Mandinga, se muestran las denominaciones toponímicas del cuerpo de agua (Google Earth, Terrametrics – Maxar Technologies, CNES/Airbus, 2023, SIO, NOAA, US Navy, NGA, GEBCO).

El SLM se encuentra en la región hidrológica del Río Papaloapan, esta se extiende por 1,8247 Km², se subdivide en las cuencas del Río Papaloapan que cubre 16,258 Km², y la superficie restante la cubre la cuenca del Río Jamapa, que se origina de los deshielos del Pico de Orizaba, desde donde recorre 150 Km y recibe los afluentes de los ríos Huatusco, Cotaxtla y Totolapan, desemboca al Golfo de México al sur del municipio de Boca del Río; esta cuenca contiene a la subcuenca del Río Atoyac (1,306 Km²); las corrientes que descargan agua al SLM son la del Río Jamapa, el Río Horcones y Arroyo La Piedra, esta es la fuente principal de agua dulce al sistema, en tanto, el río Horcones desemboca en el suroeste de la Laguna La Redonda, mientras que Arroyo La Piedra desemboca al sur de la Laguna de Mandinga; la profundidad media del sistema es de 2 a 3 m en los llamados esteros, de 1m en Laguna Larga, 0.8m en Laguna Redonda y de 1.6m en Laguna Mandinga (Albino, 2019).

METODOLOGÍA

Para recopilar las publicaciones sobre registros de especies de peces de la zona de estudio se empleó la metodología de la revisión sistemática de literatura (RSL), que busca responder preguntas de investigación tomando como referencia estudios publicados en bases de datos científicas, páginas web especializadas y la llamada "literatura gris" (Staples y Niazi, 2007); los criterios de inclusión utilizados fueron los siguientes: publicaciones presentadas en español o inglés, que contuvieran en su título, resumen o palabras clave en los términos de búsqueda establecidos; además, que fueran publicaciones con contribuciones a registros de especies de peces en la zona descrita; se realizó la búsqueda en diferentes repositorios; las palabras clave en español: Peces, Especies de peces, Lista de especies de peces,

Estuarios, Lagunas costeras, Veracruz, Costa de Veracruz, Estado de Veracruz, Golfo de México, Río Jamapa, Arroyo Moreno, Laguna de Mandinga, Sistema Lagunar de Mandinga. También se hizo la búsqueda con los mismos términos en idioma inglés.

Con la información recuperada se construyó la matriz de ocurrencia de las especies, se tomó como información base a Obregón-Barboza et al. (1994), Lozano-Vilano et al. (1993), Castro-Aguirre et al. (1999) además de Bedia-Sánchez y Franco-López (2008).

La referencia de Obregón-Barboza et al. (1994) registra peces en cuencas hidrológicas desde el río Pánuco hasta la Laguna Mandinga; de esta publicación se incluyeron registros de especies basados en topónimos descritos como "boca del río", "bocana", "aguas salobres" o "estuario".

En el caso de Lozano-Vilano et al. (1993), hicieron una recopilación de especies de peces marinos y costeros, también solo se consideraron los registros de especies con alusión definida a los estuarios, en ambas contribuciones se aportaron registros de especies en diferentes ríos del estado que a la fecha no se han corroborado. La obra seminal de Castro-Aguirre et al. (1999), recupera la información de las dos referencias anteriores, además compila información de reportes previos a la década de 1980 y que para la riqueza de especies de estuarios como el Río Jamapa no se habían tomado en cuenta. Bedia-Sánchez y Franco-López (2008) presentan una compilación que incluye información sobre la Laguna de Mandinga, presentada en diferentes foros de la especialidad.

López y Ferat (1990) aportaron información sobre especies registradas en el río Jamapa y García-Villar et al. (2019) para Arroyo Moreno; a partir de prospecciones para la búsqueda de parásitos en peces se registraron especies de peces en Arroyo Moreno y el Río

Jamapa en abril y agosto de 2022, para el SLM los últimos registros de ictiofauna se hicieron entre 2008 a 2015 y se reportan en las tesis de Castañeda (2013), Albino (2019), Galarza (2019) y Montes (2019).

Es pertinente señalar que en este tipo de investigaciones es fácil encontrar desacuerdos con la nomenclatura de las especies debido a la actualización y validación continua de los géneros y las especies; por esto, la información de FishBase (Froese y Pauli 2023) se usó como pauta para el arreglo sistemático del elenco de especies, el arreglo de las familias se basó en Van der Laan et al. (2023) y Fricke et al. (2023); las especies de cada familia se acomodaron en orden alfabético.

La asignación de la categoría ecológica por especie se estableció combinando los criterios de Castro-Aguirre et al. (1999), incluyendo a las especies de agua dulce reportadas por Miller et al. (2009) y Fishbase (Froese y Pauly 2023), así la clasificación por categorías ecológicas se modificó como sigue:

- 1A: Habitante temporal del conjunto estuarino-lagunar
- 1B: Habitante permanente del conjunto estuarino-lagunar
- 2A: Especie eurihalina del componente marino
- 2B: Especie estenohalina del componente marino
- 3A: Especie catádroma
- 4: Especies dulceacuícola

RESULTADOS

Con la información recuperada se enlistaron 2 clases (Chondrichthyes y Teleostei), 24 órdenes, 41 familias, 97 géneros y 147 especies (Tabla 1).

La mayor riqueza específica se ha registrado en el SLM (108 especies), seguido de Arroyo Moreno (69 especies) y el Río Jamapa (53 especies).

15 familias reúnen el 76.35% de las especies, la familia Cichlidae fue la más numerosa con 12 especies, luego Gobiidae (11 especies), Poeciliidae (9 especies), Gerreidae y Carangidae (8 especies), Sciaenidae (7 especies), Centropomidae (6 especies), cinco familias más con 5 especies y otras 3 con cuatro. En el anexo 1 se presentan imágenes de las especies registradas.

Ninguna de las especies enlistadas en la Tabla 1 esta señalada con algún nivel de riesgo por la norma mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2010), en el elenco se presenta por primera vez el registro de *Microdesmus carri* Gilbert, 1966 para esta zona del Golfo de México; para las prospecciones recientes se colectó en el río Jamapa a *Parachromis managuensis* (Günther, 1867) señalada como una especie invasora y que ha ampliado su distribución a la cuenca del río Papaloapan; también a la especie exótica *Trichopodus trichopterus* (Pallas, 1770) (Osphronemidae) conocidos como “guramis” son de origen asiático, la ubicación de este registró ocurrió en las inmediaciones del municipio de Medellín, a estos registros se reconocen los de las tilapias del género *Oreochromis* (*O. aureus*, *O. niloticus* y *O. mossambicus*) especies introducidas desde la década de 1970 y cuya distribución es frecuente en estuarios del estado, otra especie introducida desde Sudamérica es *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) que desde hace décadas se emplea para el control de

	Espece	C E	R J	SLM	AM
Clase Chondrichthyes					
Orden Myliobatiformes					
Familia Potamotrygonidae	<i>Styracura schmardae</i> (Werner, 1904)	2B		1	
Familia Dasyatidae	<i>Hypanus americanus</i> (Hildebrand & Schroeder, 1928)	2B	1		
	<i>Hypanus sabinus</i> (Lesueur, 1824)	2A		1	
Clase Teleostei					
Orden Elopiformes					
Familia Elopidae	<i>Elops saurus</i> Linnaeus, 1766	2A		1	
Familia Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i> Valenciennes, 1847	2B		1	1
Orden Clupeiformes					
Familia Clupeidae	<i>Brevoortia gunteri</i> Hildebrand, 1948	2B		1	
	<i>Dorosoma petenense</i> (Günther, 1867)	4			1
	<i>Dorosoma anale</i> Meek, 1904	4			1
	<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	2B		1	1
	<i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847	2B		1	
Familia Engraulidae	<i>Anchoa hepsetus</i> (Linnaeus, 1758)	2B	1	1	
	<i>Anchoa mitchilli</i> (Valenciennes, 1848)	2A		1	1
	<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	2B		1	1
Orden Bryconiformes					
Familia Bryconidae	<i>Brycon guatemalensis</i> Regan, 1908	4			1
Orden Characiformes					
Familia Characidae	<i>Psalidodon fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	4			1
Orden Siluriformes					
Familia Ariidae	<i>Ariopsis assimilis</i> (Günther, 1864)	4		1	
	<i>Ariopsis felis</i> (Linnaeus, 1766)	2A	1	1	1
	<i>Bagre marinus</i> (Mitchill, 1815)	2A		1	1
	<i>Cathorops aguadulce</i> (Meek, 1904)	1B		1	1
Familia Ictaluridae	<i>Ictalurus meridionalis</i> (Günther, 1864)	4			1
Orden Aulopiformes					
Familia Synodontidae	<i>Synodus foetens</i> (Linnaeus, 1766)	2B		1	
Orden Batrachoidiformes					
Familia Batrachoididae	<i>Opsanus beta</i> (Goode & Bean, 1880)	2A	1	1	1
	<i>Porichthys plectrodon</i> Jordan & Gilbert, 1882	2B	1	1	
Orden Scombriformes					
Familia Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758	2B	1		1
Orden Syngnathiformes					
Familia Syngnathidae	<i>Microphis brachyurus</i> (Bleeker, 1854)	2B	1	1	
	<i>Microphis lineatus</i> (Kaup, 1856)	2A	1		
	<i>Syngnathus louisianae</i> Günther, 1870	2A		1	
	<i>Syngnathus scovelli</i> (Evermann & Kendall, 1896)	2A	1	1	1
Orden Gobiiformes					
Familia Eleotridae	<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792)	1B	1	1	1
	<i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin, 1789)	1B	1	1	1
	<i>Erotelis smaragdus</i> (Valenciennes, 1837)	1B		1	

	<i>Gobiomorus dormitor</i> Lacepède, 1800	1B	1	1	1
	<i>Guavina guavina</i> (Valenciennes, 1837)	1B		1	
Familia Gobiidae	<i>Awaous tajasica</i> (Lichtenstein, 1822)	1B		1	
	<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)	2A	1	1	1
	<i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	2A	1	1	1
	<i>Ctenogobius claytonii</i> (Meek, 1902)	1B	1	1	
	<i>Evorthodus lyricus</i> (Girard, 1858)	1B	1	1	
	<i>Gobioides broussonnetii</i> Lacepède, 1800	2A	1	1	1
	<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)	2A	1	1	1
	<i>Gobiosoma bosc</i> (Lacepède, 1800)	2A	1	1	
	<i>Gobiosoma hemigymnum</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1888)	2A		1	
	<i>Microdesmus carri</i> Gilbert, 1966	1B			1
	<i>Microgobius gulosus</i> (Girard, 1858)	1B		1	
Orden Anabantiformes					
Familia Osphronemidae	** <i>Trichopodus trichopterus</i> (Pallas, 1770)	4	1		
Orden Perciformes					
Familia Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i> Poey, 1860	3A	1	1	1
	<i>Centropomus mexicanus</i> Bocourt, 1868	3A	1	1	
	<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	3A		1	1
	<i>Centropomus pectinatus</i> Poey, 1860	3A		1	
	<i>Centropomus poeyi</i> Chávez, 1961	3A		1	
	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	3A		1	1
Familia Sphraenidae	<i>Sphraena barracuda</i> (Edwards, 1771)	2B		1	
	<i>Sphraena guachancho</i> Cuvier, 1829	2B		1	
Familia Polynemidae	<i>Polydactilus octonemus</i> (Girard, 1858)	2B			1
Familia Carangidae	<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	2B		1	1
	<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)	2A		1	1
	<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	2A	1	1	
	<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i> (Cuvier, 1833)	2B		1	
	<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	2A		1	1
	<i>Selene setapinnis</i> (Mitchill, 1815)	2B		1	
	<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	2B		1	1
	<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)	2B		1	
Familia Cichlidae	<i>Mayaheros urophthalmus</i> (Günther, 1862)	4	1	1	1
	* <i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner, 1864)	4			1
	* <i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852)	4			1
	* <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	4			1
	** <i>Parachromis managuensis</i> (Günther, 1867)	4	1		
	<i>Parachromis friedrichsthalii</i> (Heckel, 1840)	4			1
	<i>Petenia splendida</i> Günther, 1862	4		1	
	<i>Thorichthys callolepis</i> Regan, 1904	4			1
	<i>Thorichthys helleri</i> (Steindachner, 1864)	4		1	
	<i>Thorichthys maculipinnis</i> Steindachner, 1864	4			1
	<i>Trichromis salvini</i> (Günther, 1862)	4			1
	<i>Vieja fenestrata</i> (Günther, 1860)	4	1	1	1

	<i>Vieja melanurus</i> (Günther, 1862)	4	1		
Orden Atheriniformes					
Familia Atherinopsidae	<i>Atherinella alvarezi</i> (Díaz-Pardo, 1972)	4	1		
	<i>Atherinella sallei</i> (Regan, 1903)	4			1
	<i>Membras martinica</i> (Valenciennes, 1835)	2B		1	
	<i>Membras vagrans</i> (Goode & Bean, 1879)	2B		1	
	<i>Menidia beryllina</i> (Cope, 1867)	2B		1	
Orden Cyprinodontiformes					
Familia Poeciliidae	<i>Belonesox belizanus</i> Kner, 1860	4	1	1	1
	<i>Gambusia affinis</i> (Baird & Girard, 1853)	4	1		
	<i>Gambusia sexradiata</i> Hubbs, 1936	4	1	1	1
	<i>Poecilia formosa</i> (Girard, 1859)	4			1
	<i>Poecilia latipunctata</i> Meek, 1904	4			1
	<i>Poecilia mexicana</i> Steindachner, 1863	4	1	1	1
	* <i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1859)	4			1
	<i>Poecilia sphenops</i> Valenciennes, 1846	4		1	
	<i>Poeciliopsis gracilis</i> (Heckel, 1848)	4	1		
Orden Beloniformes					
Familia Belonidae	<i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)	2B		1	
	<i>Strongylura notata</i> (Poey, 1860)	2A		1	
	<i>Platybelone argalus</i> (Lesueur, 1821)	2B	1		
Familia Hemiramphidae	<i>Hemiramphus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	2A		1	
	<i>Hyporhamphus roberti</i> (Valenciennes, 1847)	2A		1	
	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	2B		1	
Orden Mugiliformes					
Familia Mugilidae	<i>Dajaus monticola</i> (Bancroft, 1834)	1A	1		1
	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	2A		1	1
	<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	2A	1	1	1
	<i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836	2B		1	
	<i>Mugil trichodon</i> Poey, 1875	2B		1	
Orden Blenniformes					
Familia Labrisomidae	<i>Labrisomus nuchipinnis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	2B	1		
Familia Bleniidae	<i>Hypsoblennius ionthas</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	2B		1	
	<i>Scartella cristata</i> (Linnaeus, 1758)	2B	1		
Orden Perciformes Eupercaria					
Familia Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	2B		1	
	<i>Lutjanus apodus</i> (Walbaum, 1792)	2B	1	1	
	<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)	2B	1	1	1
	<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)	2B		1	
	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	2B		1	
Familia Gerreidae	<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842	2A	1	1	1
	<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	2A		1	
	<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird & Girard, 1855	2B		1	
	<i>Eucinostomus gula</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	2B		1	
	<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	2A	1	1	1

	<i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier, 1830)	2A	1	1	1
	<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)	2B		1	1
	<i>Ulaema lefroyi</i> (Goode, 1874)	2B	1	1	1
Familia Haemulidae	<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	2B	1	1	
	<i>Haemulon flavolineatum</i> (Desmarest, 1823)	2B		1	
	<i>Orthopristis chrysoptera</i> (Linnaeus, 1766)	2B		1	
	<i>Rhonciscus crocro</i> (Cuvier, 1830)	2B	1	1	1
Familia Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)	2A	1	1	1
	<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	2B		1	
	<i>Lagodon rhomboides</i> (Linnaeus, 1766)	2B		1	
Familia Sciaenidae	<i>Bairdiella chrysoura</i> (Lacepède, 1802)	2A	1	1	1
	<i>Bairdiella veraecrucis</i> (Jordan & Dickerson, 1908)	2B		1	
	<i>Cynoscion arenarius</i> Ginsburg, 1930	2B			1
	<i>Cynoscion nebulosus</i> (Cuvier, 1830)	2B		1	1
	<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)	2A		1	1
	<i>Micropogonias undulatus</i> (Linnaeus, 1766)	2B		1	
	<i>Stellifer lanceolatus</i> (Holbrook, 1855)	2A		1	1
Familia Scaridae	<i>Sparisoma rubripinne</i> (Valenciennes, 1840)	2B	1		
Orden Perciformes Serranoidei					
Familia Serranidae	<i>Epinephelus adconsionis</i> (Osbeck, 1765)	2B		1	
	<i>Serranus atrobranchus</i> (Cuvier, 1829)	2B			1
Familia Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1793)	2B			1
Orden Acanthuriformes					
Familia Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	2B			1
Orden Lophiiformes					
Familia Antennariidae	<i>Antennarius multiocellatus</i> (Valenciennes, 1837)	2B		1	
	<i>Antennarius striatus</i> (Shaw, 1794)	2B	1		
	<i>Histrio histrio</i> (Linnaeus, 1758)	2B	1		
Orden Pleuronectiformes					
Familia Cyclopsettidae	<i>Citharichthys abbotti</i> Dawson, 1969	2B	1	1	
	<i>Citharichthys arcifrons</i> Goode, 1880	2B		1	
	<i>Citharichthys spilopterus</i> Günther, 1862	2A	1	1	1
	<i>Citharichthys uhleri</i> Jordan, 1889	2B	1		
	<i>Etropus crossotus</i> Jordan & Gilbert, 1882	2B		1	
Familia Achiridae	<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	2A	1	1	1
	<i>Trinectes maculatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	2B		1	
Orden Tetraodontiformes					
Familia Tetraodontidae	<i>Sphoeroides parvus</i> Shipp & Yerger, 1969	2B		1	
	<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	2B			1
No. Especies			53	108	68

Tabla 1. Listado sistemático de los peces registrados en el entorno hidrológico de Boca del Río, Veracruz. R J: Río Jamapa; SLM: Sistema Lagunar Mandinga; AM: Arroyo Moreno. MM. CE: Categorías ecológicas: 1A: Habitante temporal del estuario; 1B: Habitante permanente del estuario; 2A: Especie eurihalina del componente marino; 2B: Especie eurihalina del componente marino; 3A: Especie catádrroma; 4: Especie dulceacuícola. *Especies introducidas, ** Especies exóticas.

Sistema estuarino-lagunar	No. de spp. registradas	Área (Ha)	No. de estudios ictiológicos	No. de inventarios de ictiofauna (hasta 2021)
Laguna Madre, Tamaulipas.	105	200,000	4	3
L. Pueblo Viejo, Veracruz.	72 ^a	9,300	32	4
L. de Tamiahua, Veracruz.	112	88,000	39	11
Sistema Tuxpan - Tampamachoco, Veracruz.	179	1,500	45	15
	200 ^b			
Laguna Grande, Veracruz.	40	2,250	7	1
	22 ^c			
Laguna San Agustín	33 ^d	210	1	1
Laguna El Llano	37 ^e	230	3	2
L de la Mancha, Veracruz.	60	192	14	6
L. de Mandinga, Veracruz.	108 ^f	3,250	9	4
Río Jamapa	53 ^f	368Km*	3	1
Arroyo Moreno	68 ^f	20Km*	2	2
L. de Alvarado, Veracruz.	113	6,200	59	5
L. de Sontecomapan, Veracruz.	97	891	8	4
	52 ^g			
Laguna del Ostión, Veracruz.	63	1,270	4	2
Sist. Carmen - Machona, Tabasco.	81	15,300	5	3
L. de Mecoacán, Tabasco.	49	5,168	2	2
L. de Términos, Campeche.	216	170,000	93	23
	86 ^h			

Tabla 2. Comparación de la Riqueza Específica del SLA respecto a otros sistemas estuarino del Golfo de México, considerando número de especies de peces registradas, superficie de las lagunas, número de trabajos ictiológicos y de inventarios ictiofaunísticos, realizados en cada laguna. (Castañeda y Contreras 1994; Pérez-Hernández y Torres-Orozco 2000). *Para el río Jamapa y Arroyo Moreno se anota la longitud de su curso de agua.

Otras referencias: a: Zárate-Hernández *et al.* 2012; b: González-Gándara *et al.* 2012); c: Aguirre-León *et al.* 2014; d Sánchez 1989; e: Chávez-López y Rocha-Ramírez, 2020; f presente estudio; g Rodríguez-Varela *et al.* 2010; h: Aguirre-León *et al.* 2020; i: Ayala-Pérez *et al.* 2012.

Categoría Ecológica	Arroyo Moreno	Río Jamapa	Sistema Lagunar Mandinga	Total
1A	1	0	0	1
1B	5	5	10	11
2A	22	17	32	33
2B	19	19	50	65
3A	3	2	6	6
4	18	9	10	31

Tabla 3. Número de especies por categoría ecológica por cuerpo de agua y en total. CE: Categorías ecológicas: 1A: Habitante temporal del estuario; 1B: Habitante permanente del estuario; 2A: Especie eurihalina del componente marino; 2B: Especie eurihalina del componente marino; 3A: Especie catádrroma; 4: Especie dulceacuícola. RJ: Río Jamapa; AM: Arroyo Moreno; SLM: Sistema Lagunar de Mandinga.

mosquitos.

Con base en los registros de especies, la zona analizada presenta una riqueza específica comparable a las reportadas para otros estuarios y lagunas costeras del Golfo de México. Un dato notable al respecto es que las 147 especies reconocidas superan la biodiversidad de peces anotadas para sistemas estuarinos del norte y sur de Veracruz como Pueblo Viejo, la Laguna de Tamiahua, Laguna Grande Alvarado y Sontecomapan (Tabla 2).

En el listado que se presenta, de las 147 especies 45 se presentan solo en un cuerpo de agua, así en el SLM 22 especies solo se reportan ahí, en el Río Jamapa seis y en Arroyo Moreno 17.

Las categorías ecológicas menos numerosas correspondieron a las especies habitantes temporales y permanentes del estuario, en este grupo predomina las familias Gobiidae y Eleotridae reconocidas por su permanencia en aguas salobres. Todas las especies migratorias correspondieron a los róbalo de la familia Centropomidae.

Destaca en esta composición que la categoría más abundante fueron las 65 especies marinas estenohalinas, que incluyen a familias que incursionan ocasionalmente a los estuarios como Lutjanidae, Synodontidae, Trichiuridae, Blennidae, Scaridae y Antennariidae, a pesar de la cercanía con el Sistema Arrecifal Veracruzano, estos registros no muestran evidencia de incursiones de familias marinas típicas de este ecosistema.

En los elencos estuarinos también predominan especies marinas tolerantes a los cambios de salinidad, para la zona analizada se han identificado 33 especies de familias ampliamente registradas en los estuarios como Gerreidae, Carangidae, Sciaenidae, Mugilidae, Belonidae, Hemirhamphidae.

En el SLM se han registrado 82 especies de origen marino, la tendencia de estos números es similar en los otros hábitats acuáticos

(Arroyo Moreno 41 especies, Río Jamapa 36 especies), destaca que, de las 31 especies de origen dulceacuícola, la mayoría se han reportado de Arroyo Moreno (18 especies) principalmente de las familias Cichlidae y Poeciilidae (Tabla 3).

DISCUSIÓN

Cuando se usa información que procede de diferentes décadas es indispensable actualizar la nomenclatura taxonómica, las modificaciones más destacadas han sido la definición de *Cathorops aguadulce* como la especie residente en la región, esta nomenclatura sustituye a *Cathorops melanopus* (Gunther, 1864) que corresponde a una especie congénérica de distribución centroamericana, por lo que los reportes previos de *C. melanopus* de México son erróneos (Marceniuk y Betancur 2008).

Otro caso notable sucedió con la Familia Cichlidae que durante los últimos años ha estado sujeta a una revisión constante; *Vieja melanurus* es la denominación reconocida de *C. synspilum* que había cambiado a *Vieja fenestrata* (Conkel, 1993); Reis et al. (2003) propusieron que *Cichlasoma champotonis* (Hubbs, 1936) es una sinonimia de *Thorichthys helleri*; *Cichlasoma salvini* se reacomodó en *Trichromis salvini* de acuerdo a Kullander (2003); mientras que Řičan et al. (2016) cambiaron el género de *Cichlasoma urophthalmus* a *Mayaheros urophthalmus*.

Recientemente Tavera et al. (2018) reportaron el género nuevo *Rhonciscus* para la familia Haemulidae; además Marceniuk et al. (2019) revisaron el género *Bairdiella*, cambiando a *Bairdiella ronchus* (Cuvier, 1830) por *Bairdiella veraecrucis* Jordan & Dickerson, 1908, que de acuerdo con estos autores corresponde a la población del Golfo de México, en tanto *B. ronchus* se restringe a América del sur.

Hasta ahora, la riqueza de especies que se reporta ubica a esta zona estuarina entre las

de mayor biodiversidad del golfo de México, Reséndez-Medina y Kobelkowski (1991) reportaron 313 especies para trece lagunas costeras veracruzanas, mientras que Lara-Domínguez et al. (2011) señalan que en los ecosistemas costeros del estado se han listado 478 especie, aunque para este conteo no se indica si se consideran a las especies estuarinas y dulceacuícolas, las 147 especies de la zona Arroyo Moreno-Río Jamapa-Sistema Lagunar de Mandinga presenta entre el 35 y 45% de las especies reconocidas para el estado y la ubica entre las de mayor biodiversidad íctica del Golfo de México.

Este dato debe tomarse con precaución, un hecho es que no son muy numerosas las publicaciones con inventarios de peces para el estado de Veracruz, esto explica parcialmente que 45 especies solo se hayan reportado una ocasión.

La composición de especies fue dominada por especies marinas estenohalinas y marinas estuarino-dependientes, esto es un rasgo común en los estuarios del mundo (Vasconcelos et al. 2015); estudios realizados en estuarios australianos señalan que de 131 especies, 95 de estas correspondieron a especies marinas estenohalinas con incursiones incidentales a los estuarios (Potter et al. 2016), esta categoría ecológica agrupa especies que penetran esporádicamente en los estuarios, son oportunistas y dependen de la variación interanual de factores ambientales importantes como la salinidad, su número influye en la composición de las comunidades de peces estuarinos en lapsos temporales largos. (González-Sansón et al. 2018).

Esta evidencia contrasta con la presencia de las especies del linaje dulceacuícola que son poco numerosas en los estuarios debido a su tolerancia baja a los cambios de salinidad, sin embargo, las familias Cichlidae y Poeciliidae contribuyeron con el 15% de la biodiversidad de la zona, lo que señala la influencia de la conexión de las corrientes de agua dulce con las aguas estuarinas y

la manera en la que se configuran hábitats adecuados para la capacidad fisiológica de estas especies.

La condición natural de la zona costera mundial está sujeta a repercusiones por diferentes interacciones humanas, de estas, las económicas y las urbanas son las que generan mayores presiones en los estuarios y lagunas costeras, provocándoles al paso del tiempo mayor degradación ecosistémica (Halpern et al. 2015).

La zona intermunicipal de Boca del Río-Medellín-Veracruz Puerto, sigue creciendo demográficamente y su urbanización continua con la demanda de terreno para desarrollos habitacionales dispuestos alrededor del SLM y el río Jamapa; el impacto sobre el bosque de manglar que circunda al Sistema Lagunar Costero de Mandinga demuestra el efecto de estas presiones antropogénicas, a partir de un análisis con imágenes satelitales Buendía-Buendía et al. (2021) muestran que del año 2000 a la fecha disminuyó la superficie cubierta por manglares de 667 a 560 Ha, a una tasa de deforestación del 1.02%, afectando la zona perimetral del sistema lagunar, lo mismo sucedió con la vegetación de duna costera de 2,399 a 1,876 Ha, esta vegetación se ha sustituido por asentamientos humanos en 1,483 Ha, otras coberturas de origen antrópico muestran que los pastizales cultivados ganaron una superficie de 2,103 Ha.

A la fecha no se ha cuantificado como han aumentado las presiones por la demanda de agua potable y por servicios de alcantarillado y drenaje, en su conjunto se pueden señalar como las fuentes de impacto que amenazan a corto y mediano plazo a este entorno hidrológico.

En el caso de SLM, Paniagua-Cano et al. (2018) señalan que la franja de manglar se encuentra asediada por el disturbio constante de actividades intensivas y extractivas como la pesca, camaronicultura, turismo y ganadería, además de las que continúan como los asentamientos humanos

y las actividades turísticas. También se ha mantenido la contaminación por descargas de aguas residuales urbanas ha aumentado la concentración de nitrógeno en el agua, así mismo el oxígeno disuelto ha disminuido a concentraciones menores a 2 mL-1 provocando condiciones hipóxicas (Salas-Monreal et al. 2020).

A lo anterior se debe reconocer que no hay conocimiento de la variación en los patrones ecológicos de la ictiofauna en los tres hábitats, esta es una brecha de ignorancia que ya genera consecuencias negativas para los procesos de gestión y conservación que aún no inician, es claro que la planificación de la gestión de la naturaleza debe ser desarrollada en un contexto espacial desde el nivel local hasta el regional e incluyendo a los elementos ambientales de la zona.

Por ejemplo, no se ha producido una reglamentación que regule el efecto de estas perturbaciones como la disponible en Estados Unidos y la Comunidad Europea, Borja y Dauer (2008) señalan que a pesar de los diferentes instrumentos legales aplicables en

estas naciones, siguen siendo controversiales porque no aseguran la protección de la biodiversidad y los hábitats, ni el uso apropiado de los bienes y los servicios ecosistémicos, en nuestro caso, a un diseño apropiado de disposiciones legales será necesario agregar la medición precisa del estatus ecológico de la biota de los ecosistemas estuarinos, más considerando que los efectos del cambio climático empiezan a ser notorios en la costa veracruzana.

Lo anterior destaca porque la composición de especies de peces estuarinos es dependiente del mantenimiento de las condiciones ambientales naturales y del control de las presiones antrópicas que surgen de las áreas marinas y de la cuenca continental adyacente al estuario (Harrison y Whitfield 2006), porque afectan funciones ecológicas clave como la conectividad espacial y temporal entre los hábitats acuáticos, porque influyen en la calidad de las zonas de vegetación y de la columna de agua como áreas de criadero y refugio, su depauperación se refleja sobre la comunidad de peces y en su degradación potencial.

REFERENCIAS

- AGUIRRE-LEÓN, A.; PÉREZ-PONCE, H. E.; DÍAZ-RUIZ, S. Heterogeneidad ambiental y su relación con la diversidad y abundancia de la comunidad de peces en un sistema costero del Golfo de México. **Revista de Biología Tropical** v. 62, p.145–163, 2014.
- AGUIRRE-LEÓN A.; DÍAZ-RUIZ S.; GAZCA-CASTRO, M. Variación espacio-temporal de la estructura ecológica de la comunidad de peces en la Laguna del Ostión, Veracruz, México. **Revista de Investigaciones Marinas y Costeras**, v. 12, n. 2, p. 9-26, 2020. Disponible em: <http://dx.doi.org/10.15359/revmar.12-2.2>
- Albino M. O. Estudio ecológico de la comunidad ictiofaunística del sistema lagunar de Mandinga, Veracruz, en dos temporadas de secas. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM, México. p.78, 2019. Disponible em: https://tesiunam.dgb.unam.mx/F?func=direct¤t_base=TES01&doc_number=000787170
- AYALA-PÉREZ L.A.; TERÁN-GONZÁLEZ, G. J.; RAMOS-MIRANDA, J.; FLORES-HERNÁNDEZ, D. Cambios interanuales en la abundancia de la comunidad de peces en la costa occidental de Campeche, México. **Ciencias Marinas**, v. 38, p.395-410, 2012.
- BASSET, A.; ELLIOTT, M.; WEST, R. J.; WILSON, J. G. Estuarine and lagoon biodiversity and their natural goods and services. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 132, p. 1-4, 2013 Disponible em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.05.018>.
- BEDIA-SÁNCHEZ, C.; FRANCO-LÓPEZ, J. (2008). **Peces de los sistemas costeros del estado de Veracruz**. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

BORJA, A.; DAUER, D. M. Assessing the environmental quality status in estuarine and coastal systems: comparing methodologies and indices. **Ecological Indicators**, v. 8, n. 4, p.331–337, 2008.

BUENDÍA-BUENDÍA L. L., ALDECO R. J., ROLDÁN A. I. E. Cambios en la cobertura del bosque de mangle (2000-2017) en el sistema lagunar costero de Mandinga, Veracruz, México. **Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente**, v. 21, n. 41, p. 53-73, 2021.

CASTAÑEDA, L. O.; CONTRERAS F. **Bibliografía comentada sobre Ecosistemas Marinos Mexicanos. Vol. III. (Tamaulipas a Veracruz)**. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa/CDELM, México, 1994.

CASTAÑEDA Morales, Jesús. **Caracterización y evaluación ecológica de la ictiofauna en estadios, larval juvenil y adulto del Sistema Lagunar de Mandinga durante la temporada de secas del año 2009**. 2013. Tesis de Licenciatura en Biología- Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2013.

CASTRO-AGUIRRE J.L.; ESPINOZA-PÉREZ H.; SCHMITTER-SOTO, J.J. **Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México**. Ed. Limusa. México. 1999.

CHÁVEZ-LÓPEZ R.; ROCHA-RAMÍREZ, A. Composición de la comunidad de peces en el estuario ciego laguna El Llano, Veracruz, México. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, n. 91, e912494 2, 2020. Disponible em: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.2494>

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD. **Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 2010.

CONKEL D. **Cichlids of North and Central America**. T.F.H. Publications, Inc., USA. 1993.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N.; VAN DER LAAN, R. (eds). **Eschmeyer's catalog of fishes: Genera, species, references**. 2023. Disponible em: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Electronic version. Acceso em: 02 abril 2023.

FROESE, R.; PAULY, D. (eds.) **FishBase. 2023**. World Wide Web electronic publication. Disponible em: www.fishbase.org. Acceso em: mayo 2023.

FUENTES-MARILES, O. A.; FRANCO, V.; DE LUNA-CRUZ, F.; VÉLEZ-MORALES, L.; MORALES-RODRÍGUEZ, H. L. **Caracterización fluvial e hidráulica de las inundaciones en México convenio CNA-SGT-ASIR-09/2014 Organismo de cuenca X Golfo Centro ciudad de Veracruz, Veracruz ríos Jamapa y Cotaxtla**. Comisión Nacional del Agua e Instituto de Ingeniería UNAM, México, 2014. Disponible em: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/153086/CARACTERIZACION_FLUVIAL_E_HIDRULICA_DE_LAS_INUNDACIONES_EN_MEXICO_VERACRUZ_INFORME_FINAL1de2.pdf. Acceso em: 12 julio 2022.

GALARZA, C. I. Análisis ecológico de la comunidad ictiofaunística en el sistema lagunar de Mandinga, Veracruz, México, durante la temporada de secas 2012. Tesis de Licenciatura Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM, México, p. 83, 2019.

GARCÍA-VILLAR A. M., MONTOYA-MENDOZA, J., CHÁVEZ-LÓPEZ, R. Aproximación histórica de la composición de especies de peces en Arroyo Moreno, Veracruz, México. **BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología**, v. 12, n. 48, p. 895-908, 2019. Disponible em: DOI: 10.22201/fesi.20072082.2019.12.72323

GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ, SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL Y MEDIO AMBIENTE. **Programa de manejo del área natural protegida “Arroyo Moreno”, Boca del Río- Medellín de Bravo, Ver. 2006**. Coordinación General del Medio Ambiente, Serie: “Protejamos Nuestro Medio Ambiente” Registro Estatal de Espacios Naturales Protegidos. n. 10, p. 112, 2006. Disponible em: http://repositorio.veracruz.gob.mx/medioambiente/wp-content/uploads/sites/9/2018/12/Programa-de-manejo_Arroyo-Moreno.pdf. Acceso:1 marzo 2023.

GONZÁLEZ-GÁNDARA, C.; DE LA CRUZ-FRANCISCO, V.; SALAS-PÉREZ, J. J.; DOMÍNGUEZ-BARRADAS, C. Lista de los peces de Tuxpan, Veracruz, México. **Revista Científica UDO Agrícola**, n. 12, p. 675–689, 2012.

- GONZÁLEZ-SANSÓN, G.; AGUILAR-BETANCOURT, C. M.; KOSONOY-ACEVES, D. Influence of sediment granulometry and salinity on the composition of an estuarine fish assemblage in the Mexican Tropical Pacific. **Revista de Biología Tropical**, v. 66, n.3, p. 1065-1077, 2018. Disponible em: <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i3.31846>
- HALPERN, B.; FRAZIER, M.; POTAPENKO, J.; *et al.* Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. **Nature Communications**, n. 6, 7615, 2015. Disponible em: <https://doi.org/10.1038/ncomms8615>
- HARRISON, T.D.; WHITFIELD, A. K. Estuarine Typology, and the structuring of fish communities in south Africa. **Environmental Biology of Fishes**, v. 75 n. 3, p. 269-293, 2006.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. **Anuario estadístico y geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave 2014**. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. 2014.
- KULLANDER, S. O. Cichlidae (Cichlids). In: Reis, R.E.; Kullander, S. O., Ferraris, Jr. C.J. (eds.). **Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003, p. 606-654.
- LARA-DOMÍNGUEZ A. L.; FRANCO-LÓPEZ, J.; BEDIA-SÁNCHEZ, C.; ABARCA-ARENAS, L. G.; DÍAZ-RUIZ, S.; AGUIRRE-LEÓN, A.; GONZÁLEZ-GÁNDARA, C.; CASTILLO-RIVERA, M. Diversidad de peces en los ambientes costeros y plataforma continental. In: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. **La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado**. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. 2011, v. II, p. 505-516.
- LÓPEZ, D. E.; FERAT, B. E. Ictiofauna de los Ríos Papaloapan, Jamapa y Nautla del Estado de Veracruz: listado de especies (parte 1). En: La ciencia y el Hombre. *Revista de la Universidad Veracruzana*.1990. Disponible em: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/5081/19906P91.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acceso:11 enero 2023.
- LÓPEZ-PORTILLO, J.; GÓMEZ, L.R.; LARA-DOMÍNGUEZ, A.L.; ÁVILA-ÁNGELES, A.; VÁZQUEZ-LULE, A. D. Caracterización del sitio de Manglar Arroyo Moreno. En: Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. CONABIO, México. 2009.
- LOZANO-VILANO, M. L., GARCÍA RAMÍREZ, M. E., CONTRERAS-BALDERAS, M. E. Peces costeros y marinos del Estado de Veracruz. In: Salazar Vallejo, S. I.; González, N. E. (eds.). **Biodiversidad marina y costera de México**. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, y Centro de Investigaciones de Quinta Roo. México. 1993. p. 576-595.
- MARCENIUK, A. P.; BETANCUR, R. Revision of the species of the genus *Cathorops* (Siluriformes: Ariidae) from Mesoamerica and the Central American Caribbean, with description of three new species. **Neotropical Ichthyology**, v. 6, n. 1, p. 25-44, 2008.
- MARCENIUK, A. P.; MOLINA, E. G.; CAIRES, R. A.; ROTUNDO, M. M.; WOSIACKI, M. M.; OLIVEIRA, C. Revision of *Bairdiella* (Sciaenidae: Perciformes) from the western South Atlantic, with insights into its diversity and biogeography. **Neotropical Ichthyology**, v. 17: e180024: 1–18, 2019. Disponible em: <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20180024>
- MÉNDEZ Álvarez, Juan Carlos. **Análisis del estado actual de conservación del área natural protegida Arroyo Moreno, (Boca del Río, Veracruz), bajo un enfoque de intervención ecológica**. 2013. Tesis Maestría en Ecología Tropical - Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana. México. 2013.
- MILLER, R. R. **Peces dulceacuícolas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad**. Sociedad Ictiológica Mexicana A. C., El Colegio de la Frontera Sur, México. Consejo de los Peces del Desierto, México-Estados Unidos. 2009.
- MONTES Zúñiga, Andrés. **Estudio ecológico de la comunidad ictiofaunística del Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, durante la temporada de secas del 2011**. 2019. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 2019.
- OBREGÓN-BARBOZA, H.; CONTRERAS-BALDERAS, S.; LOZANO-VILANO, M. L. The fishes of northern and central Veracruz, Mexico. **Hydrobiologia**, n. 286, p. 79 - 95, 1994.
- PANIAGUA-CANO, E. I.; GRANADOS-SÁNCHEZ, D.; GRANADOS-VICTORINO, R. L. Structure, goods and services of the Mandinga mangrove in Veracruz. **Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente**, v. 24, n. 2, p. 171-181, 2018. Disponible em: [doi: 10.5154/r.rchscfa.2017.05.034](https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2017.05.034)

- PÉREZ-HERNÁNDEZ, M. A.; TORRES-OROZCO, R. Evaluación de la riqueza de especies de peces en las lagunas costeras mexicanas: Estudio de un caso en el Golfo de México. **Hidrobiológica**, v. 10, n. 2, p. 74-83, 2000.
- POTTER, I. C.; VEALE, L. J.; TWEEDLEY, J. R.; CLARKE, K. R. Decadal changes in the ichthyofauna of a eutrophic estuary following a remedial engineering modification and subsequent environmental shifts. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 181, p. 345-363. 2016.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, JR. C. J. (eds.) Check list of the freshwater fishes of South and Central America. CLOFFSCA. EDIPUCRS, Brasil. 2003.
- RESÉNDEZ-MEDINA A.; KOBELKOWSKY-DÍAZ, A. Ictiofauna de los sistemas lagunares costeros del Golfo de México, México. **Universidad y Ciencia**, v. 8, n.15, p. 91-110, 1991.
- ŘÍČAN O.; PIÁLEK, L.; DRAGOVÁ, K.; NOVÁK, J. Diversity and evolution of the Middle American cichlid fishes (Teleostei: Cichlidae) with revised classification. **Vertebrate Zoology**, n. 66, p. 1-102, 2016.
- RODRÍGUEZ-VARELA, A., CRUZ-GÓMEZ, A., VÁZQUEZ-LÓPEZ, A. List of the ichthyofauna in the Sontecomapan Lagoon, Veracruz, México. **BIOCyT Biología, Ciencia Tecnología**, n. 3, p. 107-121, 2010.
- RODRÍGUEZ-ZUÑIGA, M. T.; TROCHE-SOUZA, C.; VÁZQUEZ-LULE, A. D.; MÁRQUEZ-MENDOZA, J. D.; VÁZQUEZ-BALDERAS, B.; VALDERRAMA-LANDEROS, R. Manglares de México/extensión, distribución y monitoreo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 2013.
- SALAS-MONREAL D., RIVERON-ENZASTIGA M. L., SALAS-PÉREZ J. J., BERNAL-RAMÍREZ R., MARÍN-HERNÁNDEZ M., GRANADOS-BARBA, A. (2019). Bathymetric flow rectification in a tropical micro-tidal estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 106562, 2019. Disponible em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106562>.
- SALAS-MONREAL D.; DÍAZ-HERNÁNDEZ A.; ÁKE-CASTILLO J. A.; GRANADOS-BARBA A.; RIVERÓN-ENZÁSTIGA M. L. Variación anual de los parámetros hidrográficos en la confluencia del río Jamapa y arroyo Moreno (México). **Intropica**, 15(1): Postprint. i., 2020. Disponible em: <http://dx.doi.org/10.21676/23897864.3402>
- SÁNCHEZ Cruz, José Carlos. **Estructura de la comunidad íctica de la laguna de San Agustín, Municipio de Alto Lucero, Veracruz, México, período septiembre 1985 – noviembre 1986**. 1989. Tesis Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. México. 1989.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. **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**. Diario Oficial de la Federación, México, 30 diciembre, 2010. Disponible em: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm> Acceso em: marzo 2023.
- STAPLES, M.; NIAZI, M. Experiences using systematic review guidelines. **Journal of Systems and Software**, v. 80, n. 9, p. 1425-1437, 2007. Disponible em: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2006.09.046>
- SWADLING, D. S.; KNOTT, N. A.; TAYLOR, M. D.; COLEMAN, M. A.; DAVIS, A. R.; REES, M. J. Seascape connectivity of temperate fishes between estuarine nursery areas and open coastal reefs. **Journal of Applied Ecology**, n. 59, p. 1406-1416, 2022.
- TAVERA J.; ACERO, P. A.; WAINWRIGHT, P. C. Multilocus phylogeny, divergence times, and a major role for the benthic-to-pelagic axis in the diversification of grunts (Haemulidae). **Molecular Phylogenetics & Evolution**, n. 121, p. 212-223, 2018. Disponible em: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.12.032>
- VAN DER LAAN, R.; FRICKE, R. **Eschmeyer's Catalog of Fishes: Family-Group Names**. 2023. Disponible em: (<http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-family-group-names/>). Acceso em: mayo 2023.
- VASCONCELOS R., HENRIQUES, S., FRANCA, S., PASQUAUD, S., CARDOSO, I., LABORDE, M., CABRAL, H. N. Global patterns, and predictors of fish species richness in estuaries. **Journal of Animal Ecology**, n. 84, p. 1331-1341, 2015. Disponible em: DOI: 10.1111/1365-2656.12372
- ZÁRATE-HERNÁNDEZ, R.; CASTILLO-RIVERA, M.; SANVICENTE-AÑORVE L.; ORTIZ-BURGOS, S. Cambios espaciales, nictímeros y estacionales en la estructura de la comunidad de peces en un estuario tropical mexicano. **Ciencias Marinas**, n. 38, p. 665-676, 2012.