

# NOTAS SOBRE LOS PECES QUE OCUPAN LOS ESTUARIOS DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

Rafael Chávez-López  
Ángel Morán-Silva  
Sergio Cházaro-Olvera  
Asela del Carmen Rodríguez-Varela

# NOTAS SOBRE LOS PECES QUE OCUPAN LOS ESTUARIOS DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

Rafael Chávez-López  
Ángel Morán-Silva  
Sergio Cházaro-Olvera  
Asela del Carmen Rodríguez-Varela

Atena  
Editora

Año 2024

**Editora jefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora ejecutiva**

Natalia Oliveira

**Asistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecario**

Janaina Ramos

**Proyecto gráfico**

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

**Imágenes de portada**

iStock

**Edición de arte**

Luiza Alves Batista

2024 por *Atena Editora*

*Copyright* © *Atena Editora*

*Copyright* do texto © 2024 Los autores

*Copyright* de la edición © 2024 *Atena*

*Editora*

Derechos de esta edición concedidos a

*Atena Editora* por los autores.

*Open access publication* by *Atena*

*Editora*



Todo el contenido de este libro tiene una licencia de Creative Commons Attribution License. Reconocimiento-No Comercial-No Derivados 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

El contenido del texto y sus datos en su forma, corrección y confiabilidad son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no representan necesariamente la posición oficial de *Atena Editora*. Se permite descargar la obra y compartirla siempre que se den los créditos a los autores, pero sin posibilidad de alterarla de ninguna forma ni utilizarla con fines comerciales.

Todos los manuscritos fueron previamente sometidos a evaluación ciega por pares, miembros del Consejo Editorial de esta editorial, habiendo sido aprobados para su publicación con base en criterios de neutralidad e imparcialidad académica.

*Atena Editora* se compromete a garantizar la integridad editorial en todas las etapas del proceso de publicación, evitando plagios, datos o entonces, resultados fraudulentos y evitando que los intereses económicos comprometan los estándares éticos de la publicación. Las situaciones de sospecha de mala conducta científica se investigarán con el más alto nivel de rigor académico y ético.

**Consejo Editorial****Ciencias Biológicas y de la Salud**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Bruno Edson Chaves – Universidade Estadual do Ceará  
Profª Drª Camila Pereira – Universidade Estadual de Londrina  
Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto  
Prof. Dr. Cláudio José de Souza – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes  
Prof. Dr. Davi Oliveira Bizerril – Universidade de Fortaleza  
Profª Drª. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Guillermo Alberto López – Instituto Federal da Bahia  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Delta do Parnaíba – UFDPAr  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Kelly Lopes de Araujo Appel – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal  
Profª Drª Larissa Maranhão Dias – Instituto Federal do Amapá  
Profª Drª Larissa Maranhão Dias – Instituto Federal do Amapá  
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Luciana Martins Zuliani – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Max da Silva Ferreira – Universidade do Grande Rio

Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Renato Faria da Gama – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Profª Drª Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará

Profª Drª Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Taísa Ceratti Treptow – Universidade Federal de Santa Maria

Profª Drª Thais Fernanda Tortorelli Zarili – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade Federal de Itajubá

Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

# Notas sobre los peces que ocupan los estuarios del estado de Veracruz, México

**Diagramación:** Ellen Andressa Kubisty  
**Corrección:** Andria Norman  
**Indexación:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisión:** Los autores  
**Autores:** Rafael Chávez-López  
Ángel Morán-Silva  
Sergio Cházaro-Olvera  
Asela del Carmen Rodríguez-Varela

## Datos de catalogación en publicación internacional (CIP)

N899 Notas sobre los peces que ocupan los estuarios del estado de Veracruz, México / Rafael Chávez-López, Ángel Morán-Silva, Sergio Cházaro-Olvera, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.

Otro autor  
Asela del Carmen Rodríguez-Varela

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acceso: World Wide Web  
Inclui bibliografía  
ISBN 978-65-258-2545-8  
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.458241005>

1. Peces. I. Chávez-López, Rafael. II. Morán-Silva, Ángel.  
III. Cházaro-Olvera, Sergio. IV. Título.

CDD 597

Preparado por Bibliotecario Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARACIÓN DE LOS AUTORES

Los autores de este trabajo: 1. Certifican que no tienen ningún interés comercial que constituya un conflicto de interés en relación con el artículo científico publicado; 2. Declaran haber participado activamente en la construcción de los respectivos manuscritos, preferentemente en: a) Concepción del estudio, y/o adquisición de datos, y/o análisis e interpretación de datos; b) Elaboración del artículo o revisión para que el material sea intelectualmente relevante; c) Aprobación final del manuscrito para envío; 3. Acreditan que los artículos científicos publicados están completamente libres de datos y/o resultados fraudulentos; 4. Confirmar la cita y la referencia que sean correctas de todos los datos e interpretaciones de datos de otras investigaciones; 5. Reconocen haber informado todas las fuentes de financiamiento recibidas para la realización de la investigación; 6. Autorizar la publicación de la obra, que incluye las fichas del catálogo, ISBN (Número de serie estándar internacional), D.O.I. (Identificador de Objeto Digital) y demás índices, diseño visual y creación de portada, maquetación interior, así como su lanzamiento y difusión según criterio de Atena Editora.

## DECLARACIÓN DEL EDITOR

Atena Editora declara, para todos los efectos legales, que: 1. Esta publicación constituye únicamente una cesión temporal del derecho de autor, derecho de publicación, y no constituye responsabilidad solidaria en la creación de manuscritos publicados, en los términos previstos en la Ley. sobre Derechos de autor (Ley 9610/98), en el artículo 184 del Código Penal y en el art. 927 del Código Civil; 2. Autoriza y estimula a los autores a suscribir contratos con los repositorios institucionales, con el objeto exclusivo de difundir la obra, siempre que cuente con el debido reconocimiento de autoría y edición y sin fines comerciales; 3. Todos los libros electrónicos son de acceso abierto, por lo que no los vende en su sitio web, sitios asociados, plataformas de comercio electrónico o cualquier otro medio virtual o físico, por lo tanto, está exento de transferencias de derechos de autor a los autores; 4. Todos los miembros del consejo editorial son doctores y vinculados a instituciones públicas de educación superior, según recomendación de la CAPES para la obtención del libro Qualis; 5. No transfiere, comercializa ni autoriza el uso de los nombres y correos electrónicos de los autores, así como cualquier otro dato de los mismos, para fines distintos al ámbito de difusión de esta obra.

Veracruz es un estado mexicano que destaca por su extensa vecindad con el golfo de México y por tanto con una zona costera amplia, 745 Km de playas, una plataforma continental adornada con el arrecife coralino más extenso de la región, además de la presencia de tres de las cuencas hidrológicas más importantes del país, que forman parte importante de los más de 40 ecosistemas estuarinos en el estado, este conjunto de recursos es muestra del soporte natural para una vasta biodiversidad costera.

En esta contribución presentamos información de los peces que ocupan las erróneamente llamadas zonas de transición entre las escorrentías continentales y la plataforma oceánica: los estuarios, afirmamos lo anterior porque vastos números de publicaciones demuestran que estos son ecosistemas con propiedades distintivas a los de agua dulce y los marinos, a un nivel tal que definen hábitats que limitan la colonización de la biota.

Pero en el caso de los peces que ocupan los estuarios, combina grupos de organismos con diferentes niveles de tolerancia a los cambios de salinidad, aquí señalamos que a pesar de reportar 331 especies en 18 estuarios veracruzanos, el conocimiento actual sobre el grupo y los procesos ecológicos estuarinos en los que participan son fragmentarios, lo que establece una invitación permanente para enriquecer estos saberes, tal vez con algún nivel de urgencia ante el desarrollo económico e industrial de zonas como en los puertos de Tuxpan, Veracruz y Coatzacoalcos, el constante crecimiento demográfico que incide más en las zonas con oferta turística de playa que implica diversos procesos de contaminación, una urbanización incesante con cambios dramáticos en la transformación de la vegetación costera natural y la amenaza latente de los pronósticos ambientales adversos como consecuencia del cambio climático.

Nuestra intención es que esta información sea un reconocimiento merecido a quienes formaron esta disciplina de investigación biológica y a quienes la continúan principalmente en las aulas y laboratorios de Instituciones de Educación Superior y que con sus aportes también construyeron este escrito, que también sea de utilidad para todos los investigadores e interesados actuales y futuros en la ecología de este importante grupo de vertebrados, además de contribuir al conocimiento de la biodiversidad del grandioso estado de Veracruz.

Los Autores

En esta contribución se presenta un listado actualizado de las especies de peces reportadas en los estuarios de Veracruz, estado mexicano ubicado en el Golfo de México.

Se realizó una investigación bibliográfica en repositorios disponibles en internet y con bibliohemerografía publicada, se dispuso de información desde 1970 a 2023 en 30 publicaciones, de estas fueron más numerosos los artículos científicos y los capítulos en libros especializados.

También se precisó la información sobre el número de estuarios en las costas veracruzanas a partir de una revisión de los archivos fotográficos satelitales disponibles en Google Earth, el criterio básico para reconocer los estuarios fue identificar las escorrentías continentales con comunicación al océano, así se definieron 18 estuarios con comunicación permanente al mar y 22 que están aislados del mar entre noviembre y mayo por la formación de una berma arenosa, este lapso coincide con la temporada fría del año y la transición a la temporada cálida, la desintegración de la berma arenosa sucede cuando se revierten las corrientes marinas litorales en la región; este grupo de estuarios son de superficie más pequeña y con geoformas distintas a la que presentan las lagunas costeras. Este hecho pasa desapercibido en general y se explica porque los sistemas estuarinos de mayor extensión han sido estudiados con mayor frecuencia e intensidad que los llamados estuarios ciegos o de boca obstruida, lo que se refleja en algunos de los resultados obtenidos.

En la construcción del listado de especies no se utilizaron taxones como género o familia, la nomenclatura se verificó y se resolvieron posibles sinonimias, el elenco sistemático quedó definido por 19 de las 30 publicaciones encontradas, en tres clases, 44 órdenes, 83 familias, 199 géneros y 331 especies, a diferencia de otros trabajos aquí no se ponderó sobre algún grupo ecológico de especies, así se integraron los registros de todas las especies marinas, estuarinas, dulceacuícolas y migratorias.

Las familias más numerosas fueron Cichlidae, Sciaenidae, Poeciliidae y Gobiidae (de 22 a 17 spp.), seguidas de otras familias marinas como Carangidae, Lutjanidae, Cyclopsettidae, Gerreidae y Serranidae (entre 13 a 10 spp.), este conjunto de familias se pueden considerar como recurrentes en los estuarios de Veracruz.

En las lagunas costeras se han reportado las mayores riquezas de especies, así el Sistema Lagunar de Tampamachoco es el más biodiverso seguido de la Laguna de Tamiagua, el Sistema Lagunar de Alvarado, el Sistema Lagunar de Sontecomapan, la laguna de Mandinga y el Sistema Pánuco-Pueblo Viejo; en contraste, los estuarios de geoforma típica fueron los de menor número de especies, estas diferencias se manifestaron en la similitud de composición de especies y en la estimación de la diversidad taxonómica, en ambos casos la ictiofauna fue más parecida entre las lagunas costeras con la diversidad taxonómica más alta, los resultados de ambos análisis no mostraron alguna tendencia geográfica en la biodiversidad.

Las especies marinas oportunistas fueron las más numerosas (192) seguidas de las dulceacuícolas (68), marinas migratorias (47), luego las especies estuarinas (18) y finalmente las catádrovas con seis, estas últimas son de la familia Centropomidae.

Al relacionar estas categorías con la frecuencia de ocurrencia de las especies, las marinas oportunistas aunque más numerosas, en general se presentan en uno a seis estuarios del estado, esta tendencia sucedió parcialmente con las especies dulceacuícolas, pero algunas especies de esta categoría ecológica si se presentan en más de nueve estuarios; las especies marinas migratorias se encontraron en categorías de frecuencia intermedia a alta, se presentaron en más de nueve de los 18 estuarios del estado; respecto a las especies estuarinas dos fueron las de mayor ocurrencia *Dormitator maculatus* y *Gobionellus oceanicus* en 17 estuarios, luego *Eleotris amblyopsis* y *Gobiomorus dormitor* en 15 estuarios, *Evorthodus lyricus* y *Gobioides broussonneti* en 14.

De este análisis de ocurrencia, destaca que 42 especies se registraron en 10 o más estuarios, este conjunto esta configurado por dos especies dulceacuícolas, tres especies catádromas, seis especies marinas oportunistas, nueve especies estuarinas y 22 especies marinas migratorias, este grupo de especies se califica como las más recurrentes en los estuarios de Veracruz, por lo que se considera como un ensamblaje de referencia estuarina para el estado con utilidad para diagnósticos ambientales, más en la consideración del conocimiento aún fragmentario de la propia ictiofauna estuarina, de los procesos ecológicos en los que participa, de las respuestas a perturbaciones antrópicas provocadas por la contaminación, por el cambio de uso del suelo que incluye las zonas de vegetación sumergida y de manglares, además de las que potencialmente sucederán como consecuencia del cambio climático.

**PALABRAS-CLAVE:** Ictiofauna, Estuarios, Veracruz, Golfo de México

This contribution presents an updated list of fish species reported in the estuaries of Veracruz, a Mexican state located in the Gulf of Mexico.

Bibliographic research was carried out in repositories available on the internet and with published bibliohemerography, information was available from 1970 to 2023 in 30 publications, of which scientific articles and chapters in specialized books were more numerous.

Information on the number of estuaries on the coasts of Veracruz was also specified from a review of the satellite photographic archives available in Google Earth, the basic criterion to recognize the estuaries was to identify the continental runoff with communication to the ocean, thus 18 estuaries with permanent communication to the sea and 22 that are isolated from the sea between November and May by the formation of a sandy berm were defined. This period coincides with the cold season of the year and the transition to the warm season, the disintegration of the sandy berm occurs when the coastal marine currents in the region are reversed; this group of estuaries have a smaller surface area and different geoforms than coastal lagoons.

This fact goes unnoticed in general and is explained by the fact that the largest estuarine systems have been studied with greater frequency and intensity than the so-called blind or obstructed estuaries, which is reflected in some of the results obtained.

In the construction of the list of species, taxa such as genus or family were not used, the nomenclature was verified and possible synonyms were resolved, the systematic list was defined by 19 of the 30 publications found, in three classes, 44 orders, 83 families, 199 genera and 331 species, unlike other works here it was not weighted on any ecological group of species. Thus, the records of all marine, estuarine, freshwater, and migratory species were integrated.

The most numerous families were Cichlidae, Sciaenidae, Poeciliidae and Gobiidae (from 22 to 17 spp.), followed by other marine families such as Carangidae, Lutjanidae, Cyclopsettidae, Gerreidae, and Serranidae (between 13 and 10 spp.), this group of families can be considered as recurrent in the estuaries of Veracruz.

In the coastal lagoons, the greatest species richness have been reported, thus the Tampamachoco Lagoon System is the most biodiverse, followed by the Tamiahua Lagoon, the Alvarado Lagoon System, the Sontecomapan Lagoon System, the Mandinga Lagoon and the Pánuco-Pueblo Viejo System; in contrast, in estuaries of typical geoform were the ones with the lowest number of species, these differences were manifested in the similarity of species composition and in the estimation of taxonomic diversity, in both cases the ichthyofauna was more similar among the coastal lagoons with the highest taxonomic diversity, the results of both analyses did not show any geographical trend in biodiversity.

Opportunistic marine species were the most numerous (192) followed by freshwater (68), migratory marine (47), then estuarine species (18) and finally catadromes with six, the latter being of the Centropomidae family. When relating these categories to the frequency of occurrence of the species, the opportunistic marine species, although more numerous, generally occur in one to six estuaries of the state, this

trend occurred partially with freshwater species, but some species of this ecological category do occur in more than 9 estuaries; Migratory marine species were found in intermediate to high frequency categories, occurring in more than nine of the state's 18 estuaries; Regarding estuarine species, two were the most common: *Dormitator maculatus* and *Gobionellus oceanicus* in 17 estuaries, followed by *Eleotris amblyopsis* and *Gobiomorus dormitor* in 15 estuaries, *Evorthodus lyricus* and *Gobioides broussonneti* in 14.

From this analysis of occurrence, highlighted 42 species which were recorded in 10 or more estuaries, this fish species set is configured by two freshwater species, three catadromous species, six opportunistic marine species, nine estuarine species and 22 migratory marine species, this group is qualified as the most recurrent in the estuaries of Veracruz, so it is considered as an estuarine reference assemblage for the state, it is useful for environmental diagnoses, especially in considering the still fragmentary knowledge of the estuarine ichthyofauna, of the ecological processes in which it participates, of the responses to anthropic disturbances caused by pollution, by the change also land use that includes areas of submerged vegetation and mangroves, in addition to those that will potentially occur as a consequence of climate change.

**KEYWORDS:** Fish fauna, Estuaries, Veracruz, Gulf of Mexico

<b>1. IMPORTANCIA DE LOS ESTUARIOS .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>4</b>
2.1 TEMPERATURA .....	6
2.2 HUMEDAD .....	7
2.3 VIENTOS .....	8
2.4 CLIMA .....	8
2.5 GEOMORFOLOGÍA.....	10
2.6 HIDROLOGÍA.....	12
2.7 SUELOS.....	13
2.8 VEGETACIÓN .....	15
2.9 CIRCULACIÓN DE CORRIENTES MARINAS LITORALES .....	18
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN .....	21
3.2 CLASIFICACIÓN DE ESTUARIOS VERACRUZANOS .....	21
3.3 COMPILACIÓN DE ESPECIES .....	22
3.4 ARREGLO SISTEMÁTICO DE LAS ESPECIES .....	23
3.5 DISTINTIVIDAD TAXONÓMICA .....	24
3.6 SIMILITUD DE LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES.....	25
3.7 COMPOSICIÓN POR CATEGORÍAS ECOLÓGICAS .....	25
3.8 ENSAMBLAJE RECURRENTE EN LOS ESTUARIOS VERACRUZANOS.....	26
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
4.1 PUBLICACIONES CON INVENTARIOS DE ESPECIES DE PECES ESTUARINOS.....	27
4.2 LOS ESTUARIOS DE VERACRUZ .....	27
4.3 LOS PECES "ESTUARINOS" DE VERACRUZ. COMPOSICIÓN TAXONÓMICA.....	29
4.4 DISTINTIVIDAD TAXONÓMICA .....	38
4.5 SIMILITUD EN LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES .....	40

4.6 RIQUEZA DE ESPECIES POR CATEGORÍAS ECOLÓGICAS.....	41
4.7 ENSAMBLAJE DE ESPECIES RECURRENTE EN LOS ESTUARIOS DE VERA- CRUZ.....	43
<b>ANÁLISIS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>65</b>
<b>SOBRE LOS AUTORES.....</b>	<b>92</b>

# IMPORTANCIA DE LOS ESTUARIOS

Más que una zona de transición entre el mar y los ríos, los estuarios son reconocidos mundialmente como ecosistemas de gran complejidad natural, de alta productividad primaria y como albergue para una gran variedad de grupos de flora y fauna.

Se ha enfatizado la importancia de su función como zona de crianza (Whitfield y Patrick 2015), principalmente para una amplia variedad de invertebrados y de vertebrados como los peces que incluyen a especies de importancia comercial, que los ocupan en estadios larvales y juveniles.

Esta función ecológica es más reconocida en hábitats estuarinos como los manglares, las praderas de pastos marinos y los arrecifes de bivalvos de ostras y mejillones (Woodland et al. 2012), en contraste con el entorno marino litoral que actúa de manera similar a los estuarios, pero para otros ensamblajes de peces que incluyen principalmente a las especies marinas sin dependencia estuarina.

Al respecto se ha demostrado que también ocurren procesos de interconectividad entre los hábitats estuarinos con áreas de crianza del medio marino somero como los arrecifes de coral, que también son importantes tanto como ecosistemas de alta biodiversidad como para especies con funciones ecológicas trascendentes (Seitz et al. 2014; Peterson et al. 2020).

En resumen, se puede afirmar que los estuarios como zonas de crianza, son hábitats donde suceden combinaciones físicas y químicas que son ajustadas por las tolerancias fisiológicas de numerosas fases juveniles y adultas de peces, este valor también se relaciona a que son una fuente cuantiosa de alimento y por el nivel de protección que les ofrecen contra depredadores debido a su complejidad estructural, además de la citada conexión con los hábitats de la zona litoral marina, estos procesos correlacionados han configurado la historia de vida de especies de peces de interés comercial como los lutjanidos (McMahon et al. 2012), que participan en las mallas tróficas particulares de cada ecosistema acuático que ocupan.

Además, los estuarios y las lagunas costeras proporcionan más beneficios ecológicos, culturales y económicos a la humanidad, estos en conjunto son conocidos como servicios ecosistémicos que traducidos en términos económicos generan valores monetarios importantes, esto explica porque siempre han sido muy atractivos para asentamientos humanos (Costanza et al. 2014). Muchos de estos asentamientos urbanos, o en vías de serlo, están situados alrededor de estuarios, porque aportan y reúnen valores estéticos, oportunidades recreativas, puertos para el comercio, diversas opciones turísticas, además de beneficios para la salud y el bienestar tanto para las comunidades indígenas como para las no indígenas (Weatherdon et al. 2016).

Otros servicios ecosistémicos estuarinos que benefician a la humanidad son el suministro de alimentos, la producción primaria, el reciclamiento de nutrientes, la purificación

del agua, la regulación del ciclo local del agua y el clima, además de que participan en la estabilización de las costas por procesos de sedimentación y se convierten en una barrera natural protectora contra marejadas provocadas por las tormentas tropicales y huracanes (Barbier 2020).

Pero estas interacciones entre los ecosistemas estuarinos con la humanidad han provocado diferentes conflictos ambientales. La de por si alta densidad de una población humana en aumento continuo y la consecuente demanda de servicios ecosistémicos generan actividades que ejercen presiones múltiples sobre los estuarios, que impactan negativamente a diferentes niveles y conducen al deterioro ecológico funcional de la integridad estos ecosistemas acuáticos.

Aunque estas actividades suelen ser específicas para cada sitio, generalmente se originan en la agricultura, las actividades industriales, del transporte, la pesca, la producción de energía y la infraestructura, la recreación, la urbanización y la industrialización, estas presiones antrópicas siguen aumentando sobre los estuarios del mundo debido a la alteración de los usos del suelo en las cuencas continentales adyacentes, acelerando las concentraciones de sustancias contaminantes a las escorrentías que descargan en estuarios, empobreciendo la calidad del agua con efectos en cascada sobre la biota, disminuyendo la funcionalidad ecológica de los hábitats estuarinos para lograr la asimilación de nutrientes, para continuar como depósitos naturales de bióxido de carbono en los manglares, las praderas de pastos marinos y en el fitoplancton, y depauperando su valor ecológico como albergue para la biodiversidad (Howes et al. 2015).

Además, la amenaza de los efectos del cambio climático plantea desafíos a mediano y largo plazo tanto para la zona costera como para los estuarios, lo que agrega más presiones sobre el ambiente y potencialmente para los procesos sociales y económicos de los grupos humanos asentados en sus alrededores (Gillanders et al. 2011).

Los impactos del cambio climático pronostican el aumento de las temperaturas tanto atmosféricas como del agua, la ocurrencia de inundaciones y sequías más frecuentes y extremas motivadas por la alteración de los patrones climáticos locales y regionales que pueden exacerbar estos efectos sobre la vegetación estuarina, la calidad del agua e incluso el desplazamiento de las zonas estuarinas hacia el continente. Consecuentemente, tanto las presiones que históricamente han influido en los estuarios como las vicisitudes que arribarán por el cambio climático comprometen las funciones ecológicas y la provisión de servicios (Wolanski 2019), sin duda, amenazan seriamente la estabilidad de los estuarios y sus funciones naturales clave.

El cambio climático puede provocar cambios en diferentes procesos ecológicos de las poblaciones y comunidades de los peces estuarinos, pero para entender cómo y de qué manera sucederán, es necesario identificar cuáles son los factores ambientales, tanto bióticos como abióticos, que al ser alterados forzarán los patrones actuales de los peces estuarinos a escalas locales, globales y regionales (Ilarri et al. 2022).

En particular, los peces son componentes ecológicos y económicos relevantes en los ecosistemas acuáticos; son el blanco de las industrias pesqueras y de los pescadores recreativos, pero aún con estos beneficios son de los animales más amenazados del mundo (Arthington et al. 2016).

Los estuarios por sus niveles de producción primaria sostienen especies de peces marinos, estuarinos, dulceacuícolas y migratorios, esta composición se debe a que muchos de estos organismos presentan un intervalo amplio de tolerancia a la variación de las condiciones hidrológicas marinas y de agua dulce prevalentes en los hábitats que colonizan (Whitfield 2016).

Al respecto, se espera las modificaciones globales del ambiente produzcan cambios de largo plazo y a gran escala en un conjunto de conductores ambientales que pondrán amenazas emergentes a la biodiversidad y a los procesos biofísicos, geomorfológicos y funcionales de los estuarios (Leal-Filho et al. 2022).

Por lo anterior, el monitoreo a largo plazo de la ictiofauna estuarina proporcionará las oportunidades para determinar los cambios temporales de los ensamblajes en función de la estabilidad ambiental y para investigar las causas que provocan o potencialmente pueden afectar negativamente a los peces estuarinos, por estas razones el conocimiento de las comunidades de peces debe ser un pivote sobre el cual se reconozcan los efectos de perturbaciones ambientales y con base en estas hacer las predicciones de impactos futuros (Gillanders et al. 2022), para encontrar las medidas de control, mitigación y conservación idóneas.

Pero estos alcances no se lograrán si se desconocen las propiedades biológicas y ecológicas fundamentales de los grupos bióticos, que como sucede con los peces de los estuarios veracruzanos, se encuentran en un estado de conocimiento fragmentario tanto en el espacio como en el tiempo.

Con esta visión, este escrito presenta una compilación de los registros de especies de peces en estuarios del estado de Veracruz considerando diferentes publicaciones en las últimas décadas, con la intención de generar el primer precedente para este importante grupo vertebrado.

# ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Veracruz se localiza en la parte oriental de la República Mexicana, colinda con el Golfo de México y se ubica entre los paralelos 17° 10' al 22° 15' de latitud N y entre los meridianos 93° 35' a 98° 34' de longitud W.

El estado presenta la forma de una franja de aproximadamente 790 Km de largo y un ancho desde 33 Km hasta 183 Km, abarca una superficie de 72,410 Km<sup>2</sup> (INEGI 1988); su litoral comprende una longitud aproximada de 745 kilómetros (INEGI 2006), lo que representa el 29.3 % de la costa mexicana del Golfo de México (Soto y Geissert 2011a; Fig. 1).

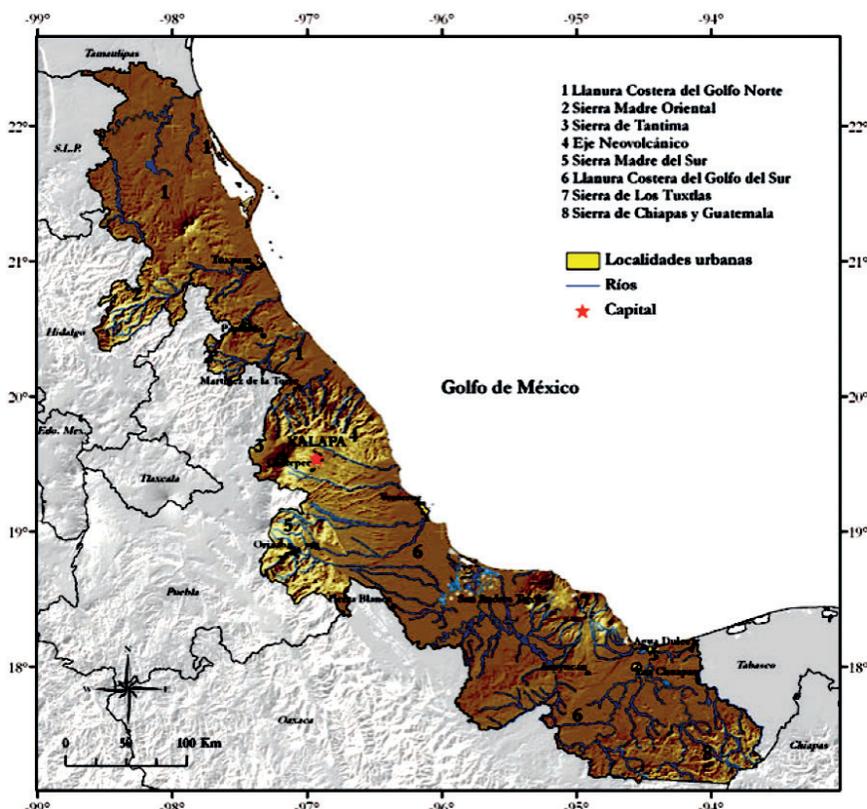


Fig. 1. Ubicación y fisiografía general del estado de Veracruz.  
(CONABIO 1997, en Geissert-Kientz y Fernández-Enriquez 2011a).

En general, la configuración del territorio veracruzano se caracteriza por dos extensas planicies al norte y al sur del estado, separadas por las estribaciones montañosas del Eje Neovolcánico en las inmediaciones del paralelo 20° N que penetra casi hasta la costa generando una barrera climática. Hacia el continente se incrementa la altitud para formar los sistemas montañosos de la Sierra Madre Oriental hacia el noroeste, el Eje Neovolcánico hacia el oeste y la Sierra Madre del Sur y Sierra de Chiapas, hacia el sureste y sur, respectivamente. Destaca que las planicies costeras ocupan el 73 % del territorio, mientras que las regiones montañosas conforman el 27 % restante (INEGI 1987. Carta Fisiográfica, 1:1 000 000).

La planicie del norte se extiende desde el nivel del mar hasta los 350 m en la zona de lomeríos, pero localmente alcanza los 1 300 m en la sierra de Tantima también conocida como Sierra de Otontepec, constituye la región del Totonacapan y gran parte de la Huasteca Veracruzana. La planicie del sur comprende las regiones Llanura de Sotavento, prácticamente desde el puerto de Veracruz hasta Acayucan, incluyendo la Sierra de Los Tuxtlas y el Istmo de Tehuantepec, esta zona abarca un intervalo de altitud desde el nivel del mar hasta los 350 m, que aumenta a los 1,700m en la Sierra de Los Tuxtlas (Soto y Geissert 2011).

La orografía es un rasgo que influye en las cualidades ambientales de la zona costera, un factor que influye en la hidrología veracruzana es la amplia cortina que forma la zona montañosa, que en su porción más extensa corresponde a la sierra Pico de Orizaba–Cofre de Perote, se prolonga por la sierra de Chiconquiaco y el macizo de Palma Sola hasta la costa del Golfo de México.

Las otras zonas montañosas corresponden a la Sierra de Huayacocotla, al noroeste, parte de la Sierra Madre Oriental, cuya altitud máxima sobre el nivel del mar alcanza los 2,500 m. Al suroeste surge la Sierra de Zongolica, cuyas altitudes son superiores a los 2,500 m. Finalmente, en la planicie sur, la Sierra de Los Tuxtlas se ubica entre los paralelos 18° 00' al 18° 43' norte y los meridianos 94° 40' al 95° 30' oeste (Soto y Gama 1997).

En la entidad veracruzana se presentan seis de las catorce provincias geológicas de México, por orden de extensión son: la Planicie Costera del Golfo de México, el Cinturón Neovolcánico Transversal, la Sierra Madre del Sur, las montañas de Chiapas, la Sierra Madre Oriental y la Mesa Central (Geissert-Kientz y Enríquez-Fernández 2011).

Estos rasgos físicos son importantes en la determinación de los diferentes climas del estado de Veracruz, por ejemplo, en el trayecto de aproximadamente 100 Km desde el Valle de Perote hasta la costa se registran casi todos los tipos climáticos presentes en el país, con la excepción del clima *BW*; esta variedad climática indica diferentes combinaciones de temperatura y humedad que resulta en la heterogeneidad de los tipos y subtipos climáticos con variaciones estacionales ordinarias influidas por los patrones de corrientes de vientos y de perturbaciones atmosféricas (Soto y Giddings 2011).

## 2.1 TEMPERATURA

Este parámetro presenta un comportamiento relacionado a la fisiografía regional, por ejemplo, la temperatura es menor en la zona montañosa de la parte central y del noroeste de la entidad, por que como se sabe la temperatura disminuye con el aumento de la altura sobre el nivel del mar, en contraste, en la Planicie Costera del Golfo de México la temperatura se comporta diferente porque en la zona norte del estado, la temperatura media anual están entre 24 a 25°C y los valores de la temperatura mínima (promedio anual) ocurre en un intervalo de 13 a 16 °C.

En contraste, las temperaturas en la planicie sur los valores son mas altas, la temperatura media va de 25 a más de 26°C y la mínima en promedio anual oscila de 16 - 17°C a mayores. (Soto et al. 2001; Figura 2).

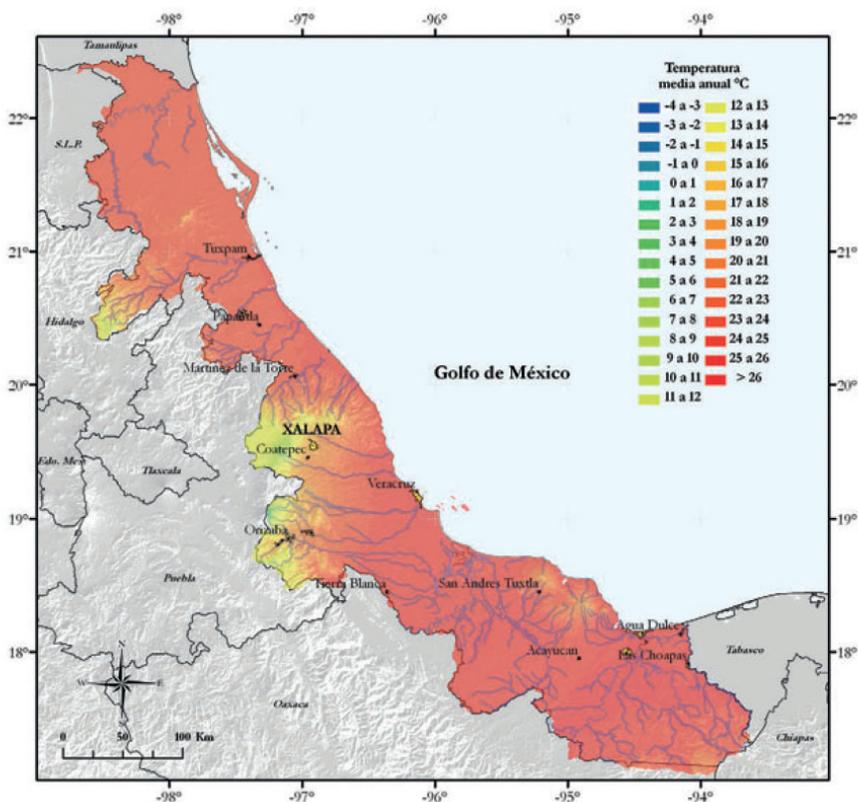


Figura 2. Distribución de la temperatura media anual en el estado de Veracruz (Tomado de Soto et al. 1997).

## 2.2 HUMEDAD

La humedad de una localidad depende principalmente de la precipitación que recibe, que se relaciona con parámetros como la época del año en la que ocurre el régimen pluvial y la temperatura del lugar.

La cantidad de precipitación que cae en Veracruz varía en las diferentes zonas, (Figura 3), el intervalo alcanza valores de más de 400 mm a 2,600 mm anuales, que contrastan entre la zona del Valle de Perote y en las laderas orientales de la Sierra de Los Tuxtlas, respectivamente. En general, en el 46% de la superficie de la entidad la cantidad de lluvia es del orden de 1,200 mm a 1,600 mm, las mayores precipitaciones ocurren hacia la zona centro-sur del estado.

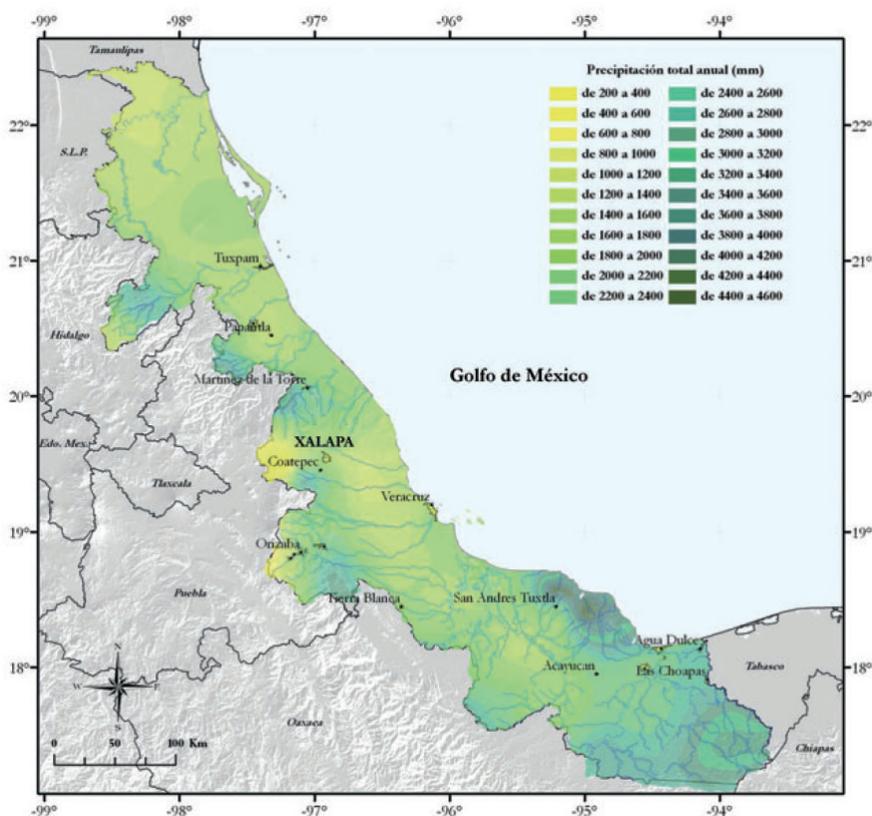


Figura 3. Distribución de la precipitación anual total en el estado de Veracruz (Tomado de Soto et al. 2001).

## 2.3 VIENTOS

De acuerdo con la posición del estado de Veracruz con relación al Sistema de Circulación Atmosférica, la entidad se sitúa en la zona de dominio de los Vientos Alisios del hemisferio norte, estos provienen del Golfo de México y llegan a Veracruz con gran cantidad de humedad que se descarga en las planicies; también una mayor parte asciende por las laderas del sistema montañoso, lo cual origina zonas con precipitaciones pluviales altas.

Estos patrones son ocasionados por la gran extensión continental que se encuentran en el hemisferio norte que favorece un mayor calentamiento durante el verano, lo que provoca un desplazamiento hacia el norte de las celdas de alta presión Bermuda-Azores y de todo el sistema de vientos en general, en contraste, durante el invierno el sistema de circulación atmosférica se mueve hacia el sur.

En verano y en la época cálida (abril-septiembre), los vientos alisios son más vigorosos y dominan en altitudes mayores, a diferencia de lo que sucede en la época fría (octubre-marzo), donde pierden potencia y profundidad. Estas condiciones de viento con frecuencia se ven afectadas por la presencia de perturbaciones atmosféricas, como las tormentas y huracanes tropicales en verano y los frentes fríos llamados regionalmente “nortes” en el invierno.

Los nortes son perturbaciones atmosféricas propias de la época fría y consisten en la invasión de grandes masas de aire provenientes del norte de Estados Unidos y el sur de Canadá que al pasar por las aguas relativamente cálidas del Golfo de México modifican sus condiciones de humedad y de temperatura. Afectan sobre todo la vertiente oriental del país, aportando una cantidad significativa de humedad en la época invernal, lo que se refleja en las condiciones del clima.

En contraste, durante los meses de junio y julio existen momentos en los que la dirección dominante del viento alterna entre el este, sureste o noreste. En los meses posteriores aumenta la frecuencia de tormentas y los ciclones tropicales, su formación aporta una gran cantidad de humedad a las capas superiores de la atmósfera pueden sobrepasar a la Sierra Madre Oriental introduciendo humedad a la parte central y occidental del país.

## 2.4 CLIMA

En el estado de Veracruz ocurre un extenso mosaico de climas derivado de la multiplicidad de condiciones de temperatura, humedad y altitud. Éstas son debidas a su situación límite con el Trópico de Cáncer, que explica en parte las oscilaciones de temperatura; también influye la variada altitud de entre 0 a más de 5,000 msnm.

La topografía también tiene un papel importante, como ejemplo, las regiones noroeste y oeste son sumamente accidentadas y aun las dos extensas planicies en el

estado presentan elevaciones que actúan como barreras climáticas: en la planicie norte se localiza la Sierra de Tantima y en la del sur se encuentra la Sierra de Los Tuxtlas.

El clima de la entidad también debe explicarse con base en el régimen estacional de lluvias, en la entidad veracruzana se pueden describir tres regímenes de lluvia, siendo estos: abundantes durante todo el año, de verano y de verano con influencia de monzón.

En los tres regímenes destaca la concentración pluvial en el verano, considerando la cantidad de precipitación que cae en el mes más seco, entonces el régimen de lluvias de verano se presenta en la mayor parte de la entidad veracruzana, durante el mes más húmedo hacia la mitad más cálida del año.

También se considera el régimen de lluvias de verano con influencia de monzón; en éste hay un aumento de la precipitación en la época veraniega que en México se debe a la formación de perturbaciones atmosféricas como los huracanes y las tormentas tropicales (Soto y Giddings 2011; Figura 4).

En Veracruz se reconocen los cuatro grupos climáticos registrados en México y uno de los dos subgrupos semicálidos. Los tipos y subtipos climáticos húmedos se localizan en toda la parte sur del estado hasta la parte baja de las montañas del norte de Chiapas, en altitudes menores de 900 msnm, en gran parte de la zona de Los Tuxtlas, en las laderas de la Sierra Madre Oriental comprendidas entre los paralelos 20 a 21° 31' N en altitudes que van de 400 a 600 msnm. También se localizan al sur del paralelo 19° hacia la porción oeste del estado en altitudes de 100 a 300 msnm.

El *E(T)H* o clima frío presenta la temperatura media anual entre -2 y 5 °C y la del mes más caliente está entre 0 y 6.5 °C; los climas fríos *E(T)H* en México están restringidos a las partes de mayor altitud de los diversos sistemas montañosos del país. En el estado de Veracruz, los climas fríos se localizan en las partes más altas del Pico de Orizaba y del Cofre de Perote.

El grupo de climas templados *C* se distingue porque la temperatura media anual tiene valores entre 12 y 18 °C y la del mes más frío entre -3 y 18 °C. El grupo templado en el estado de Veracruz ocupa las laderas de la Sierra Madre Oriental en altitudes entre 1,300 a 2,800 msnm al noroeste, y de 1,500 a 2,800 msnm al oeste. Entre las ciudades que se localizan en zonas con climas templados están Xalapa, Jalacingo, Maltrata y Acultzingo, entre otras.

Dentro de los climas secos *B* a los más extremos (*BW*), García (2004) los denomina muy áridos en lugar de desérticos, en este subgrupo quedan incluidos los climas *BS*, denominados áridos. Estos climas se localizan en el Valle de Perote, el cual queda a la sombra de lluvia que produce el macizo montañoso de más de 4,200 msnm del Cofre de Perote, uno de los volcanes más altos de México.

Para efectos de este trabajo son más trascendentes los climas subhúmedos que se prevalecen en las llanuras costeras del Golfo de México ubicadas al norte y al sur de la entidad (Figura 4). García (2004) propuso que los sitios con registros de temperatura media

anual mayor a 18 °C, temperatura media del mes más frío entre -3 y 18 °C y la temperatura media del mes más caliente mayor a 6.5 °C, correspondieran a los climas semicálidos, estos son los que prevalecen en el estado, es decir, provienen del grupo de clima templado C, cuya expresión climática es (A)C.

Los climas semicálidos (A)C se caracterizan porque la temperatura media del mes más frío es mayor a 18 °C, incluye a sitios con temperatura media del mes más frío inferior a 18 °C, que caen en el grupo templado C, pero por la temperatura que se alcanza en los otros meses del año, son relativamente más cálidos.

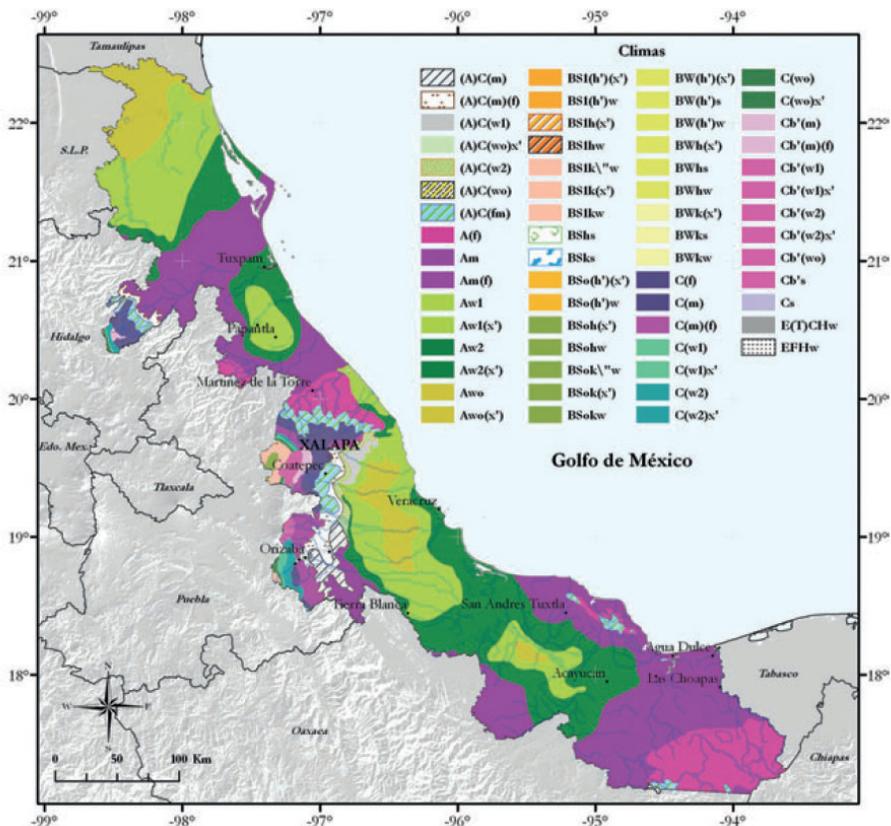


Fig. 4. Distribución de climas y subclimas en Veracruz (Soto y Giddings, 2011b).

## 2.5 GEOMORFOLOGÍA

De acuerdo con Lugo y Córdova (1992) en el estado de Veracruz se identifican seis provincias geomorfológicas y nueve subprovincias de tierra firme.

Las provincias, se definen como unidades cuya fisonomía es determinada por los factores del medio natural, su extensión varía entre cientos y miles de Km<sup>2</sup>.

En el estado de Veracruz se localizan las siguientes: Sierra Madre Oriental (SMO), Sierra Madre del Sur (SMS), Montañas de Chiapas (MCh), Mesa Central (MC), Cinturón Neovolcánico Transversal (CNT) y Planicie Costera del Golfo de México (PCGM) (Geissert y Enríquez 2011). Las subprovincias son divisiones de las provincias de acuerdo con la morfología, la estructura geológica y la localización geográfica. Sus principales características se anotan en la Tabla 1.

Tabla 1. Superficie de las provincias y subprovincias geomorfológicas del estado de Veracruz (Tomado de Geissert y Enríquez 2011).

Provincia	Subprovincia	Superficie Km <sup>2</sup>	% Estatal
Planicie costera del Golfo de México (PCGM)	Planicie costera de Veracruz	33,387	46.8
	Planicies y lomeríos del norte	20,125	28.2
	Planicie costera Tabasco-Campeche	256	0.3
Sierra Madre Oriental (SMO)	Sierra Alta	2,584	3.6
Mesa central (MC)	Planicies y sierras volcánicas	263	0.4
Cinturón Neovolcánico Transversal (CNT)	Margen oriental de piedemonte	8,870	12.4
Sierra Madre del Sur (SMS)	Sierras orientales de Oaxaca	3,216	4.5
Montañas de Chiapas	Montañas bloque cristalinas del Soconusco	327	0.5
	Sierras y altiplanos plegados del norte de Chiapas	2,309	3.2

De las geoformas identificadas en el estado, se describen las que tienen relación con las zonas estuarinas, destacan los grandes valles fluviales que son depresiones estrechas y alargadas que comprenden un lecho dentro del cual se localizan el cauce y la llanura de inundación de los complejos ribereños, así como las laderas laterales tendidas o abruptas.

Las unidades geomorfológicas de tipo valle se caracterizan por la acumulación fluvial reciente en los lechos aluviales y por la erosión de las laderas, tanto en condiciones húmedas como en subhúmedas. En conjunto cubren 4,680 Km<sup>2</sup> que corresponden al 6.6% de la superficie estatal.

Además, las planicies bajas son formaciones geomorfológicas muy relacionadas a las zonas estuarinas; esta categoría comprende tanto las planicies bajas marginales a los sistemas montañosos, como las bajas estructurales de plataforma, cubren el 25.3% de la superficie del estado, con 17,760 Km<sup>2</sup>.

Las planicies de acumulación fluvio-lacustre se localizan en toda la planicie costera del Golfo de México y son las más extensas en la categoría de las planicies bajas que presentan poca extensión, se reconocen en la franja costera donde se asocian con la desembocadura de los ríos. Cada planicie está configurada por las corrientes fluviales y el oleaje de la costa; por su parte las planicies de acumulación marina son de pequeñas dimensiones y formadas por depósitos arenosos acumulados por la acción del oleaje.

## 2.6 HIDROLOGÍA

El estado de Veracruz se ha colocado en las Regiones Hidrológico-Administrativas IX y X, conforme a la Ley de Aguas del estado se reconocen cinco regiones: Bajo Pánuco, Norte de Veracruz, Centro de Veracruz, Papaloapan y Coatzacoalcos. La Figura 5 muestra la localización de estas regiones y su relación con las Regiones Hidrológico-Administrativas de la CNA (Pérez-Maqueo et al. 2011).

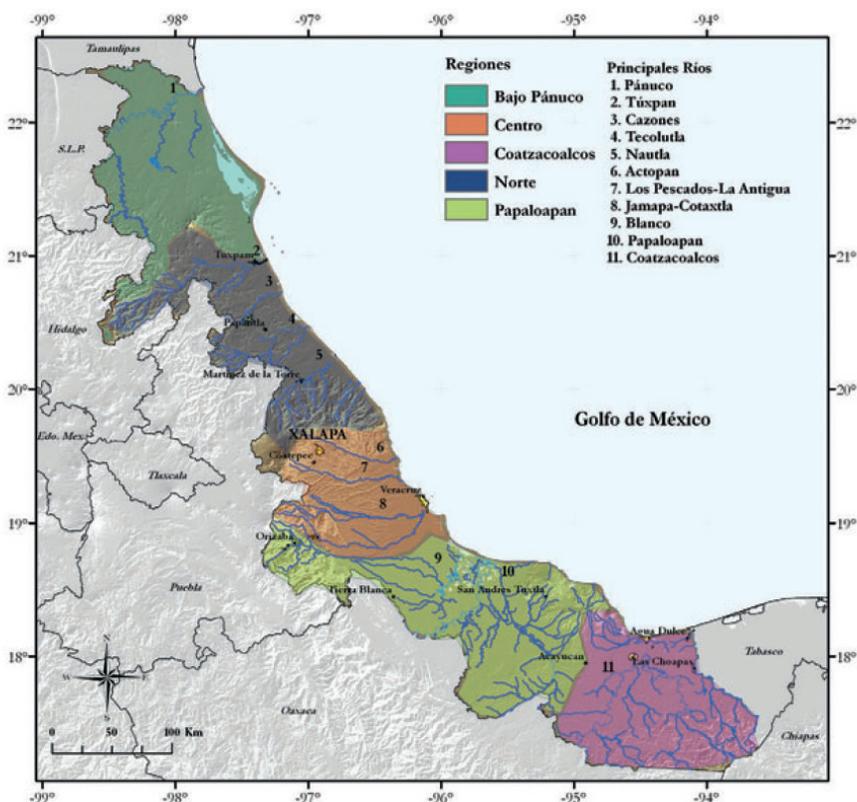


Fig. 5. Regiones hidrológicas de Veracruz. (Pérez-Maqueo et al. 2011).

El potencial hidrológico superficial de Veracruz es de los más altos del país, registra un escurrimiento superficial anual medio es de 121,000 hm<sup>3</sup>, que alcanza casi el 30% del escurrimiento superficial total a nivel nacional de 410,000 hm<sup>3</sup>, estos escurrimientos contribuyen a configurar los márgenes costeros del litoral veracruzano, incluidas las decenas de morfologías estuarinas.

Destacan, por la magnitud de su aporte, las regiones de Coatzacoalcos y Papaloapan con aproximadamente el 33.13 y el 28.25% del escurrimiento hidrológico total del estado respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Características de las regiones hidrológicas del estado de Veracruz.

Región hidrológica	Superficie Km <sup>2</sup>	Escurrimiento hm <sup>3</sup>	% Superficie estatal
Bajo Pánuco	9,375	2,689	13.11
Norte de Veracruz	17,585	9,934	24.6
Centro de Veracruz	10,426	5,643	14.58
Papaloapan	19,530	15,592	27.32
Coatzacoalcos	14,576	16,331	20.39

La riqueza del recurso hídrico del estado lo constituye el drenaje fluvial producido por las desembocaduras de los ríos Pánuco, Tuxpan, Cazones, Tecolutla, Nautla, Actopan, La Antigua, Jamapa, Blanco, Papaloapan, Coatzacoalcos y Tonalá, que en conjunto determinan los rasgos hidrológicos relevantes de los diferentes tipos estuarinos de las costas veracruzanas e influyen en las características sedimentarias de la plataforma continental adyacente.

## 2.7 SUELOS

El estado de Veracruz presenta una diversidad muy alta de suelos por las diferencias de altitud entre llanuras y serranías, que van desde el nivel del mar hasta 5,600 msnm. La alta diversidad de rocas, con características y orígenes distintos, y su interacción con el agua, el clima y la biota, es lo que explica la diversidad de suelos (Campos-Cascaredo 2011).

En el estado de Veracruz se encuentran 16 de los 25 grupos de suelo propuestos por la FAO. Los grupos de suelo con mayor extensión son el Vertisol, Feozem, Luvisol, Acrisol, Andosol, que ocupan en conjunto el 67 % de la superficie del estado, destacándose el Vertisol con 27 %.

Los Vertisoles son los suelos más distribuidos y se presentan en el 27.4 % de la superficie total. Este grupo de suelo se encuentra en todo el estado, pero la mayor parte se sitúa en la porción norte y centro, sólo pequeñas áreas están presentes en el sur del estado (INEGI 1984, 1987).

Estos suelos generalmente se encuentran asociados con suelos de los tipos Feozem háplico, Planosol mólico y Rendzina; sin embargo, en el sur del estado son frecuentes las asociaciones con Acrisol y Luvisol. Algunas áreas de Vertisol aún sostienen selva baja caducifolia, selva alta subperennifolia, selva mediana subperennifolia y palmar inducido (Fig. 6).

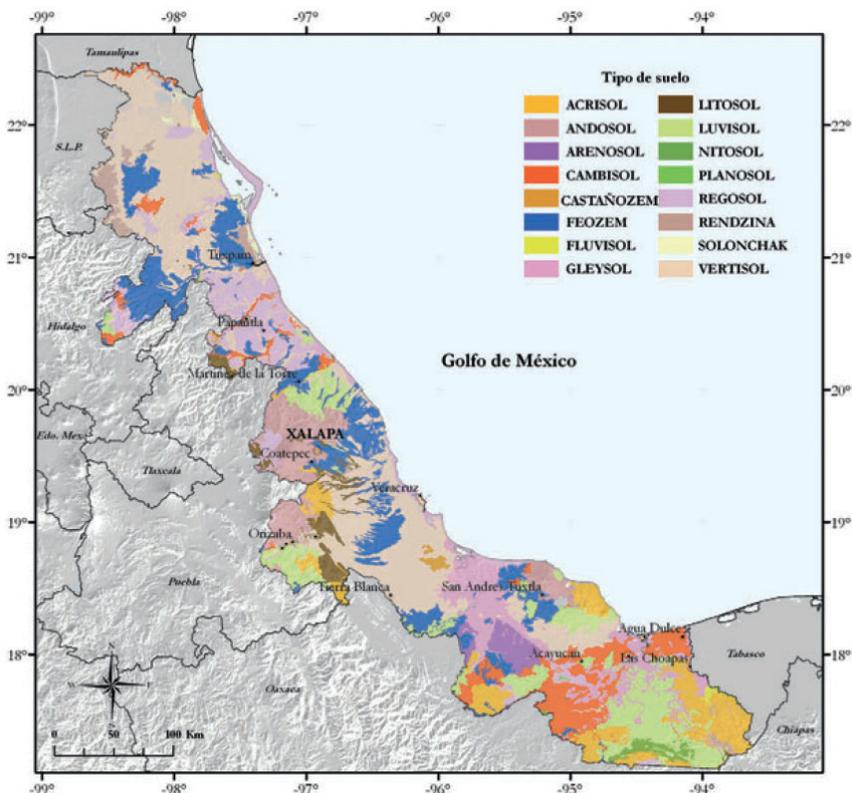


Fig. 6. Distribución espacial de suelos en el estado de Veracruz (Campos-Cascaredo 2011).

El grupo de los Regosoles se distribuye en todo el estado, pero la mayor proporción se sitúa en la porción norte (INEGI 1984, 1987). Una extensión importante se localiza en lugares contiguos a la costa.

Los Gleysoles se sitúan fundamentalmente en la parte sur del estado, allí se circunscriben a los valles aluviales de los ríos Papaloapan, Coatzacoalcos y Tonalá. Hay también una porción pequeña en la parte norte del estado que está próxima a la costa, sobre todo en Pánuco y Tuxpan. Este grupo constituye el 7.5% de la superficie del estado.

Los Gleysoles se desarrollan en ambientes sedimentarios costeros de Veracruz, son la base de los ecosistemas de humedales representados por las comunidades vegetales de manglar, popal, tular y selva baja perennifolia. Actualmente se reconoce cada vez más la trascendencia de la zona costera por su diversidad y función ecológica.

El grupo Solonchak representa el 0.39% de la superficie total, también se les encuentra en las proximidades de la costa (SARH 1982; INEGI 1984), el Solonchak gleyico es el mejor representado en el estado y por lo general está asociado con Gleysol vértico. Los Solonchak se caracterizan por tener un horizonte salino que se ubica en la parte superior del perfil o ligeramente en la parte inferior.

En el estado de Veracruz, estos suelos sostienen los ecosistemas de humedal constituidos por las comunidades vegetales de pastizal halófilo, manglar y tular, que son formas vegetales con capacidad de soportar la salinidad propia de los estuarios.

## 2.8 VEGETACIÓN

De acuerdo con Castillo-Campos et al. (2011), las formaciones vegetales relacionadas a los estuarios del estado son las siguientes:

Bosque de galería o vegetación ribereña

Son comunidades vegetales que se desarrollan a lo largo de las corrientes de agua más o menos permanentes (Rzedowski 1978), son notorios los paisajes que se forman en los principales ríos en el estado, como La Antigua, Actopan, Coatzacoalcos, Cazones, Pánuco y Papaloapan.

En estos hábitats se presenta una alta diversidad vegetal donde se encuentra un estrato arbóreo esparcido de 6 a 40 m, un estrato arbustivo cerrado de 1 a 5 m y un estrato herbáceo abundante. Esta comunidad vegetal ocupa 1,285 Ha, difiere de las demás comunidades vegetales por localizarse en el margen de ríos, en áreas planas o con pendientes suaves de 1 a 25%. Desde el punto de vista fisonómico-estructural, se trata de un conjunto muy heterogéneo, comprende árboles de hoja perenne, decidua o parcialmente decidua (Rzedowski 1978).

### Manglar

Esta formación vegetal se localiza a lo largo de la línea de costa del Golfo de México, en la desembocadura de los principales ríos como el Coatzacoalcos y el Papaloapan; también rodea cuerpos de agua lagunares como la laguna del Ostión, laguna de La Mancha y la laguna de Tamiahua entre otras.

Esta comunidad vegetal ocupa más de 43,000 Ha en el estado, en los últimos años ha sido muy afectada por la ampliación de la frontera agropecuaria y los asentamientos humanos que han provocado una importante disminución de su cobertura.

Las zonas con mayor superficie cubierta de manglar corresponden a planicies fluviales amplias con lagunas internas y elevada descarga de agua dulce proveniente de escurrimientos superficiales, subsuperficiales y subterráneos, protegidas por los cordones de dunas. La mayor cobertura de manglar se localiza en el sur del estado en la desembocadura de la cuenca del río Papaloapan, en el sistema lagunar de Alvarado (42% del total), le sigue la laguna de Tamiahua (19%) y el estuario del río Tuxpan (11%), al norte del estado.

En el resto de las localidades el manglar pueden ocupar áreas de tres a más de 1,500 Ha. Las áreas relativamente pequeñas están en sistemas costeros sin protección y/o con planicies de inundación reducida, como las lagunas de El Llano y La Mancha, con una superficie de 108 y 313 Ha de manglar respectivamente (Rodríguez-Zúñiga et al. 2013; Figura 7).

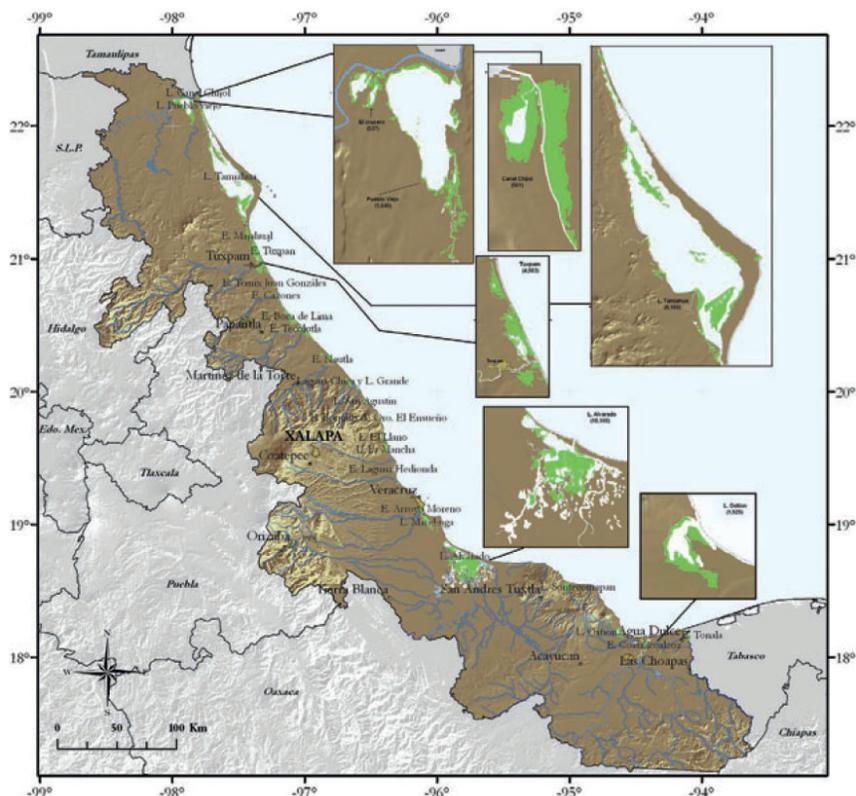


Fig. 7. Ubicación de algunas formaciones de manglar de mayor extensión en el estado de Veracruz, la superficie cubierta por sistema se presenta entre paréntesis. (López Portillo et al. 2011).

## Vegetación de dunas costeras

La vegetación de dunas costeras describe a una comunidad vegetal que se desarrolla en las hondonadas de estos hábitats (Castillo-Campos y Medina 2002). Esta comunidad vegetal es muy compleja, Moreno-Casasola et al. (1982) señalan que su establecimiento depende de varios factores físicos como la temperatura, la presencia de materia orgánica y el manto freático.

La vegetación de dunas costeras está representada por un estrato arbustivo y un arbóreo de 5 a 10 m de altura. Se localiza sobre las dunas móviles, semimóviles y estabilizadas y ocupa una superficie de 18,167 Ha.

## Vegetación de popal – tular

El Popal-Tular se encuentra distribuido en los cuerpos de agua dulce costeros y del interior del estado, se presentan en una superficie de aproximadamente 126,299 Ha. Generalmente, estas comunidades vegetales reciben los nombres de acuerdo con el género dominante, como el popal de *Thalia geniculata* y los tulares de *Typha dominguensis*.

La fisonomía de estas comunidades vegetales, varían localmente dependiendo de la dominancia de las especies (Gómez-Pompa 1978). También se encuentran asociadas diversas especies, desde las flotantes o las arraigadas al fondo, hasta las arbóreas que rodean el cuerpo de agua. En la Tabla 3 se presentan las especies principales de plantas registradas para estas formaciones vegetales:

Tabla 3. Vegetación asociada a las corrientes estuarinas en el Estado de Veracruz.

Bosque de galería o vegetación riparia	<p>Estrato Arbóreo <i>Astianthus viminalis</i>, <i>Ceiba pentandra</i>, <i>Enterolobium cyclocarpum</i>, <i>Inga vera</i>, <i>Pachira aquatica</i>, <i>Psidium guajava</i> y <i>Salix humboldtiana</i></p> <p>Estrato Arbustivo <i>Acalypha diversifolia</i>, <i>Lindenia rivalis</i>, <i>Nectandra sanguinea</i>, <i>Piper nudum</i>, <i>Pluchea salicifolia</i> y <i>Salix taxifolia</i></p> <p>Estrato Herbáceo <i>Cuphea decandra</i>, <i>Cuphea salicifolia</i>, <i>Cyperus involucratus</i>, <i>Equisetum myriochaetum</i> y <i>Pavonia schiedeana</i></p>
Manglar	<p>Arbóreo <i>Avicennia germinans</i>, <i>Conocarpus erectus</i>, <i>Laguncularia racemosa</i> y <i>Rhizophora mangle</i></p> <p>Arbustivo <i>Borrichia frutescens</i>, <i>Lycium carolinianum</i>, <i>Solanum diphyllum</i>, <i>Solanum tampicense</i> y <i>Solanum tridynamum</i></p> <p>Herbáceo <i>Acrostichum aureum</i>, <i>Batis maritima</i>, <i>Hymenocallis littoralis</i>, <i>Ruellia paniculata</i>, <i>Sesuvium maritimum</i>, <i>Sesuvium portulacastrum</i> y <i>Trianthema portulacastrum</i></p>
Vegetación de dunas costeras	<p>Arbóreo <i>Attalea butyracea</i>, <i>Bumelia celastrina</i>, <i>Chrysobalanus icaco</i>, <i>Diphysa robinoides</i>, <i>Enterolobium cyclocarpum</i>, <i>Gliricidia sepium</i>, <i>Pithecellobium lanceolatum</i> y <i>Piscidia piscipula</i></p> <p>Arbustivo <i>Caesalpinia bonduc</i>, <i>Dalbergia brownei</i>, <i>Manihot carthaginensis</i>, <i>Pluchea odorata</i>, <i>Randia aculeata</i>, <i>Schaefferia frutescens</i>, <i>Tecoma stans</i> y <i>Verbesina persicifolia</i></p> <p>Herbáceo <i>Ambrosia artemisiifolia</i>, <i>Asclepias oenotheroides</i>, <i>Cleome viscosa</i>, <i>Heliotropium ternatum</i>, <i>Hydrocotyle bonariensis</i>, <i>Iresine celosia</i>, <i>Opuntia stricta</i> var. <i>dillenii</i>, <i>Schizachyrium scoparium</i> var. <i>littoralis</i> y <i>Tournefortia hirsutissima</i></p>
Popal-Tular	<p>Arbóreo <i>Annona glabra</i>, <i>Ficus insipida</i> subsp. <i>insipida</i>, <i>Ficus obtusifolia</i>, <i>Pachira aquatica</i>, <i>Salix humboldtiana</i> y <i>Sapium macrocarpum</i></p> <p>Arbustivo <i>Piper aduncum</i>, <i>Pluchea odorata</i> y <i>Salix chilensis</i></p> <p>Herbáceo <i>Cyperus articulatus</i>, <i>Echinodorus andrieuxii</i>, <i>Heliconia latispatha</i>, <i>Nymphaea ampla</i>, <i>Pontederia sagittata</i> y <i>Sagittaria lancifolia</i></p>

## 2.9 CIRCULACIÓN DE CORRIENTES MARINAS LITORALES

Los rasgos geomorfológicos de la zona marina veracruzana incluyen: 1) la plataforma continental, 2) el talud y 3) la llanura abisal; la primera, se extiende desde la costa hasta los 200 m de profundidad; en particular, Veracruz presenta la plataforma más angosta comparada con el resto del Golfo de México. Aldeco-Ramírez y Sánchez-Juárez (2002) señalan que su anchura promedio es de 33.6 Km y cubre un área aproximada de 23,700 Km<sup>2</sup>, esta se vuelve más estrecha (6 a 16 Km) en la zona volcánica de Los Tuxtlas (Toledo-Ocampo 2005).

De la Lanza (1991) refiere que hacia el sur, la geomorfología marina es disecada por valles submarinos que generan un relieve irregular y hacia el centro es sinuoso con domos salinos que forman cordones. La llanura abisal está formada por dos provincias, una provista de una serie de plegamientos orientados en sentido noreste-suroeste en el centro y norte de Veracruz y otra de domos salinos en el sur, las cuales están separadas por la fosa tectónica ubicada frente a la zona volcánica de Los Tuxtlas.

Un aspecto trascendente para los estuarios de Veracruz es la circulación de las corrientes litorales, particularmente las superficiales, pues de su comportamiento anual se determinan los patrones de sedimentación que inciden en la comunicación estuarina hacia el mar.

Por ejemplo, las extensiones latitudinales y longitudinales de la corriente de Yucatán en el NE del Golfo varían estacionalmente y pueden conducir a la descarga de anillos de mesoescala que ganan velocidad a través de difusión radial conforme se mueven hacia el NW. Estos anillos o “eddies” pueden tener diámetros entre 200 y 400 Km y profundidades verticales hasta de 1,000m y tienen duración de unos meses hasta un año; por esta causa la circulación del agua superficial resulta en condiciones marinas superficiales muy uniformes respecto a la temperatura de verano (26-20°C), mientras que la temperatura de invierno varía de 18 a 25°C (Auladell et al. 2010).

A lo largo de la plataforma de Tamaulipas y Veracruz (entre 18.5°N y 26°N) domina un patrón de circulación litoral ciclónica desde octubre a febrero, excepto de junio a agosto, en este período la corriente fluye en dirección al Este (Wang et al. 1998); esto conduce a la advección costera de aguas de baja salinidad (~33 PSU) desde el sistema de los ríos Mississippi-Atchafalaya, la dirección del transporte de agua se revierte hacia el norte de mayo a agosto, previniendo que la pluma de agua alcance la costa mexicana durante este período (Zavala-Hidalgo et al. 2003).

Así los patrones de circulación en las costas de Veracruz se relacionan con la influencia de las aguas cálidas y salinas que entran a través del canal de Yucatán y salen por el estrecho de Florida, formando la Corriente del Lazo (De la Lanza 1991; Vázquez de la Cerda 2004; Auladell et al. 2010).

La columna de agua de la plataforma de Veracruz presenta una fuerte estacionalidad, las corrientes se desplazan al sur en el periodo de septiembre a marzo y se revierte hacia el norte en el periodo de mayo a agosto, con dos periodos de transición, uno de marzo a abril y otro de agosto a septiembre, Zavala-Hidalgo et al. (2003) refieren que éstas son las corrientes costeras más fuertes y variables del Golfo de México.

Otro hecho importante relacionado a este patrón de circulación marina litoral es el transporte de los sedimentos que bloquean los canales de comunicación de varios estuarios veracruzanos entre noviembre y enero, la reversión de la circulación a partir de mayo provoca la desintegración de las bermas arenosas y reintegra la comunicación con el mar (Fig. 8).

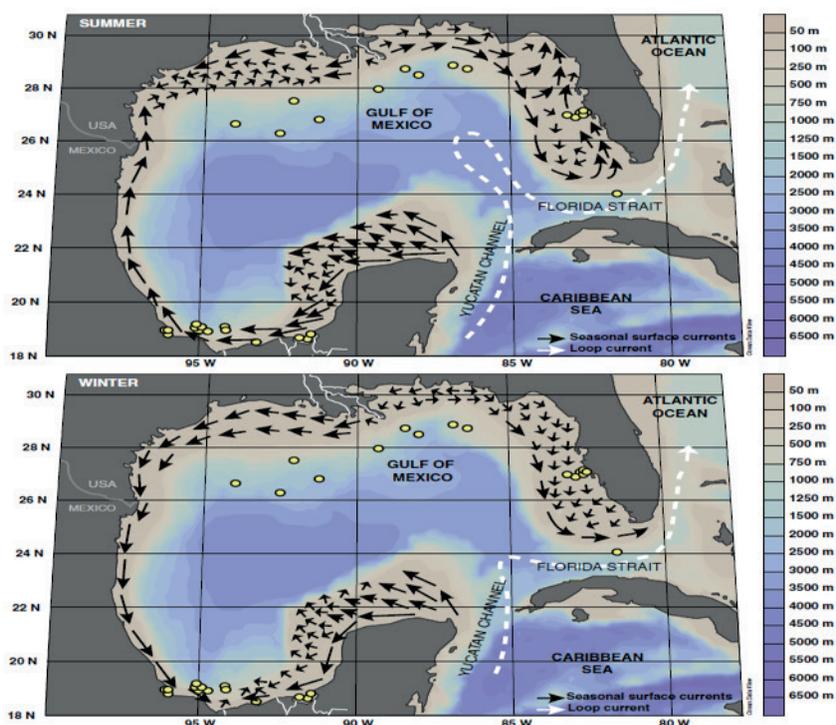


Fig. 8. Mapa simplificado de las corrientes superficiales estacionales a lo largo de la plataforma continental del Golfo de México (Modificado de Yang et al. 1999; Zavala-Hidalgo et al. 2003).

## Áreas naturales bajo protección

A pesar de la demostrada valía natural del estado de Veracruz y su grandiosa diversidad de recursos naturales, no hay una correspondencia estatal o federal con la gestión y protección de áreas naturales.

Es clara la evidencia de lo anterior para la zona costera y sus numerosísimos hábitats y ecosistemas, a la fecha solamente se ha reconocido a un parque nacional, un área de protección de flora y fauna, un área de reserva ecológica estatal, 5 reservas privadas de conservación y 5 sitios reconocidos por RAMSAR (Sedas-Larios et al. 2011), en la Tabla 4 se resume esta información.

Tabla 4. Áreas naturales protegidas en la zona costera de Veracruz (Modificado de Sedas-Larios et al. 2011).

Categoría	Nombre	Municipios involucrados	Fecha de decreto
Parque Nacional	Sistema Arrecifal Veracruzano	Veracruz, Boca del Río, Alvarado	24 de agosto de 1992
Áreas de Protección de Flora y Fauna	Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan	Tamiahua y Tuxpan	5 de junio de 2009
Área Natural Protegida Estatal	Arroyo Moreno	Boca del Río, Medellín	25 de noviembre 1999
Reserva Privada de Conservación	El Dorado	Boca del Río	19 de diciembre de 2002
Reserva Privada de Conservación	Dos Esteros	Gutiérrez Zamora	29 de agosto de 2003
Reserva Privada de Conservación	La Joya	Boca del Río	16 de noviembre de 2004
Reserva Privada de Conservación	La Mancha	Actopan	28 de enero de 2005
Reserva Privada de Conservación	Reserva Campesina Ejido Moral y Mosquitero	Alvarado	6 de octubre de 2008
Sitio RAMSAR	Manglares y Humedales de la Laguna de Sontecomapan	Catemaco	2 de febrero de 2004
Sitio RAMSAR	Sistema Lagunar Alvarado	Alvarado	2 de febrero de 2004
Sitio RAMSAR	Lagunas La Mancha y El Llano	Actopan	2 de febrero de 2004
Sitio RAMSAR	Laguna de Tamiahua	Tamiahua, Tamalín, Ozuluama, Tampico Alto y Tuxpan	27 de noviembre de 2005
Sitio RAMSAR	Manglares y Humedales de Tuxpan	Tuxpan	2 de febrero de 2006

# MATERIALES Y MÉTODOS

## 3.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Se empleó la metodología de revisión sistemática de literatura (RSL), este es un procedimiento organizado, auditable y estructurado, que pretende responder preguntas de investigación tomando como referencia estudios publicados en bases de datos científicas, páginas web especializadas y la llamada “literatura gris” (Kitchenham 2004; Staples y Niazi 2007).

Los criterios de inclusión utilizados para la elección de los estudios fueron: publicaciones presentadas en español o inglés, que contuvieran en su título, resumen o palabras clave los términos de búsqueda establecidos ,además, que fueran publicaciones con contribuciones a registros de especies de peces en estuarios del estado de Veracruz.

Se realizó una búsqueda en Scopus, IEEE Digital Library, Springer Link, Science Direct y Scielo, en estos repositorios se realizó una aproximación basada en las palabras clave que en idioma inglés fueron: estuaries, fishes, estuarine fishes, Veracruz, Gulf of Mexico, Fishes, Fish species, Fish species list, Estuaries, Coastal Lagoons, Veracruz, Veracruz coast, Veracruz State, Gulf of Mexico, y su versión en español: Peces, Especies de peces, Lista de especies de peces, Estuarios, Lagunas costeras, Veracruz, Costa de Veracruz, Estado de Veracruz, Golfo de México.

No se restringió el lapso de tiempo para la búsqueda documental con la intención de obtener publicaciones previas al año 1980. Los documentos que se consideraron en la revisión fueron revistas, publicaciones científicas especializadas, capítulos de libros, artículos de conferencias, memorias de congresos especializados y publicaciones de tipo “gris” como tesis de pregrado y posgrado que estuviesen disponibles en internet.

## 3.2 CLASIFICACIÓN DE ESTUARIOS VERACRUZANOS

La ubicación y clasificación de los estuarios veracruzanos se estableció a partir de las descripciones obtenidas de la información recopilada, además se localizaron mediante las imágenes satelitales disponibles en la aplicación pública Google Earth (<https://www.google.es/earth/>).

La costa del estado se revisó siguiendo los criterios propuestos por Tooth (2012) además de Yu y Gong (2012) para registrar las diferentes geomorfologías estuarinas y corroborar el estado de conexión con el mar (abierta permanentemente o con cierres estacionales o esporádicos) usando las imágenes satelitales del archivo histórico disponible para la ubicación geográfica de cada estuario.

Para esta distinción, se uso la definición de estuario propuesta por Potter et al. (2010) como “un cuerpo de agua costero parcialmente encerrado, abierto al mar permanente o parcialmente y que al menos recibe una descarga periódica de un río o ríos y su salinidad

es menor a la del agua marina natural y varía a lo largo de su longitud, que se puede volver hipersalino en las zonas donde la pérdida de agua por evaporación es más alta y los aportes mareales y de agua dulce son insignificantes”. Esta definición incluye tanto a los estuarios con boca estuarina abierta permanentemente y a los que independientemente de su geomorfología presentan eventos de cierre entre la comunicación del estuario y la plataforma marina.

### 3.3 COMPILACIÓN DE ESPECIES

Para la compilación de las especies reportadas en los estuarios de Veracruz, se tomó como información base a Obregón-Barboza (1990), Lozano-Vilano et al. (1993), Obregón-Barboza et al. (1994), Castro-Aguirre et al. (1999) y Bedia-Sánchez y Franco-López (2008).

La referencia de Obregón-Barboza (1990) indica los registros de peces en cuencas hidrológicas de las regiones norte y centro del estado, desde el río Pánuco hasta el Sistema Lagunar de Mandinga; de esta publicación también se usaron las referencias a registros de especies hechos en toponimos descritos como “boca de río”, “bocana”, “aguas salobres” o “estuario”. Este criterio se utilizó en otras publicaciones que usaron estos términos.

En el caso de Lozano-Vilano et al. (1993), hacen una recopilación de especies de peces marinos y costeros, también solo se consideraron los registros de especies con alusión bien definida a los estuarios, en estas contribuciones se aportaron registros de especies en las zonas estuarinas de ríos del estado que no se han corroborado.

La obra seminal de Castro-Aguirre et al. (1999), recuperó 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 algunos estuarios no se habían tomado en cuenta; estas contribuciones integran información de publicaciones previas como las de Chávez (1972), Chávez et al. (1976) y Reséndez-Medina (1970; 1973; 1979 y 1983), además de otras que son las únicas fuentes de información histórica sobre registros de peces como sucedió con los estuario del Río Tonalá (Bozada y Chávez 1986a) y del Río Coatzacoalcos (Bozada y Chávez 1986b).

Bedia-Sánchez y Franco-López (2008) presentan una compilación que incluye reportes presentados por académicos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM en diferentes foros de la especialidad, por ejemplo, De la Cruz et al. (1985).

A las publicaciones anteriores se añadieron registros de especies a partir de referencias publicadas y recuperadas en los últimos 30 a 40 años, que a su vez incluyeron información de referencias previas, además se usaron algunos documentos de literatura gris como tesis de Licenciatura o Posgrado disponibles en internet. En la Tabla 5 se indican las referencias principales por autores para cada estuario de Veracruz.

Tabla 5. Autores de las referencias principales con registros de especies de peces de estuarios veracruzanos.

Estuario	Autores
Pánuco – Pueblo Viejo	Castillo-Rivera y Zárate-Hernández (2001); Castillo-Rivera, Zárate-Hernández y Ortiz (2005); Castillo-Rivera, Ortiz-Burgos y Zárate-Hernández (2011)
Tamiahua	Raz-Guzmán, Huidobro y Padilla (2018)
Tuxpan - Tampamachoco	Pérez-Hernández y Torres-Orozco (2000); González-Gándara et al. 2012; Argüelles-Jiménez et al. (2020)
Río Cazones	Obregón-Barboza (1990); Lozano-Vilano et al. (1993); Castro-Aguirre et al. (1999)
Laguna El Güiro	Chávez-López et al. 2022
Río Tecolutla	Obregón-Barboza (1990); Lozano-Vilano et al. (1993); Castro-Aguirre et al. (1999)
Estero Casitas	Obregón-Barboza (1990); Lozano-Vilano et al. (1993); Castro-Aguirre et al. (1999)
Río Nautla	Obregón-Barboza (1990); Lozano-Vilano et al. (1993); Castro-Aguirre et al. (1999)
Laguna Grande	Aguirre-León et al. (2014)
Laguna El Llano	Chávez-López y Rocha-Ramírez (2020)
Laguna La Mancha	Díaz-Ruiz et al. (2018)
Río Actopan	Obregón-Barboza (1990); Lozano-Vilano et al. (1993); Castro-Aguirre et al. (1999)
Río La Antigua	Obregón-Barboza (1990); Lozano-Vilano et al. (1993); Castro-Aguirre et al. (1999)
Río Jamapa	Obregón-Barboza (1990); Lozano-Vilano et al. (1993); Castro-Aguirre et al. (1999)
Laguna Mandinga	Obregón-Barboza (1990); Castro-Aguirre et al. (1999); Chávez-López et al. (2023)
Sistema Lagunar de Alvarado	Chávez-López et al. (2005); Del Moral et al. (2021)
Laguna Sontecomapan	Rodríguez-Varela et al. (2010); Aguirre-León et al. (2018); Díaz-Ruiz et al. (2023)
Laguna Ostión	Aguirre-León et al. (2020)
Río Coatzacoalcos	Bozada y Chávez (1986b)
Río Tonalá	Bozada y Chávez (1986a)

### 3.4 ARREGLO SISTEMÁTICO DE LAS ESPECIES

El arreglo sistemático del elenco de especies se hizo con base en la información dispuesta en Fishbase (Froese y Pauli 2023), que incorpora la propuesta de Betancur et al. (2013) y Betancur et al. (2017) para clases, órdenes y subórdenes, destaca la modificación de Perciformes en 10 subórdenes y el reacomodo de Scorpaeniformes; además de la propuesta de Last et al. (2016) quienes señalan cambios en Batoidea; el arreglo de las familias se basa en Fricke et al. (2023); las especies de cada familia se acomodaron en orden alfabético.

Para la familia Cichlidae se utilizaron los reportes de Kullander (2003), Schmitter-Soto (2007), McMahan et al. (2015) y Rícan *et al.* (2016).

Recientemente Tavera et al. (2018) recuperaron el género *Rhonciscus* Jordan et Evermann para la familia Haemulidae, además de considerar la revisión del género *Bairdiella* Gill por Marцениuk et al. (2019).

Aunque es fácil encontrar desacuerdos con la nomenclatura taxonómica debido a la actualización y validación continua de los géneros y las especies, además con la información disponible en Fishbase sobre la distribución geográfica se puede generar incertidumbre sobre las especies que solo se han reportado en un estuario; por esto, el repositorio de FishBase se usó como pauta para organizar la información que se presenta aquí con la certeza que investigaciones futuras resolverán estas diferencias.

### 3.5 DISTINTIVIDAD TAXONÓMICA

Para este análisis y los de las siguientes secciones se partió de construir una matriz base con la presencia o ausencia de las especies en cada uno de los estuarios, esta matriz base se presenta en el Anexo 1.

La distintividad taxonómica se usó porque es una técnica que no requiere de la determinación de condiciones ambientales de referencia o el uso de conjuntos de datos cuantitativos extensos, estos análisis utilizan un grupo de medidas de biodiversidad que son independientes de la riqueza de especies, de la variación en los tipos de hábitat y del esfuerzo de muestreo.

Parten del análisis del parentesco taxonómico de las especies en uno o varios ensamblajes (Warwick y Somerfield 2015), en este reporte, estos últimos están representados por las composiciones de especies de cada estuario.

Para determinar la diversidad taxonómica de las especies de peces en los estuarios, se utilizaron los índices de distintividad taxonómica promedio ( $\Delta+$  o AvTD) y la variación de la distintividad taxonómica promedio ( $\Lambda+$  o VarTD) (Clarke y Warwick, 1999).

Los análisis se realizaron con base en una matriz de agregación con 6 niveles taxonómicos: clase, subclase, orden, familia, género y especie. Los niveles taxonómicos de la matriz de agregación fueron ponderados de acuerdo con los criterios establecidos por Clarke y Gorley (2006).

Con este método, la composición de especies de cualquier localidad particular o registrada en un lapso de tiempo se compara con una lista maestra de especies, que en este caso sería el inventario completo de las especies de peces registradas en los estuarios de Veracruz.

Para los 2 índices, se calcularon los valores promedio e intervalos de confianza de inferior y superior a 95%, esto con base en 1,000 iteraciones aleatorias. Los análisis de diversidad taxonómica se llevaron a cabo en el programa PRIMER V6 (Clarke y Gorley, 2006).

### 3.6 SIMILITUD DE LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES

Se analizó la similitud de la composición de especies de peces entre los estuarios, a partir de la información de la matriz base de presencia-ausencia mediante el índice de Bray-Curtis, luego con la semi-matriz resultante se produjo un gráfico de agrupación aglomerativa jerárquica, luego, la semi-matriz de similitud se usó para realizar un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), este es un método de ordenación que se ejecuta bien cuando los datos no siguen una distribución normal y preserva un intervalo de distancias ordenado desde cualquier medida de similitud.

El gráfico resultante muestra puntos en un espacio, donde cada punto representa a una composición o ensamblaje de especies particular, las diferencias en el parecido de la composición de especies por estuario se interpreta con base en la cercanía entre los puntos, mientras se ubiquen más cercanos el nivel de parecido es más alto, esta disposición es avalada con una medida de estrés que es un estadístico de bondad de ajuste, cuando el valor mínimo de estrés es menor a 0.1 el análisis es confiable, valores mayores entre 0.1 hasta 0.2 se considera aceptable, para ambos análisis se usó el programa PRIMER-6 (Clarke y Gorley 2006).

### 3.7 COMPOSICIÓN POR CATEGORÍAS ECOLÓGICAS

La asignación de la categoría ecológica de cada especie se estableció combinando los criterios de Castro-Aguirre et al. (1999), Miller et al. (2009), Potter et al. (2013) y Fishbase (2023), bajo la consideración que la primera referencia no incluye a las especies dulceacuícolas que si presenta Miller et al. (op. cit.), Potter et al. (2013) establecieron su clasificación con base en el uso que las especies de peces hacen de los estuarios, esta aproximación tiene sus limitaciones con los especies registradas en Veracruz debido a que se desconocen muchas de sus historias de vida, de algunas especies se recuperó esta información de Fishbase (2023).

Así, aquí se analogaron a las especies estenohalinas del componente marino como marinas oportunistas (MO), a las marinas eurihalinas del componente marino como marinas migratorias (MM), a las especies dulceacuícolas con esta misma denominación (DUL), las especies estuarinas (EE) y las migratorias como especies catadrómas (EC).

Para comparar la composición de los gremios ecológicos entre los estuarios se realizó un análisis con la prueba de Xi cuadrada con  $p = 0.05$  utilizando el programa PAST (Hammer et al. 2001).

### 3.8 ENSAMBLAJE RECURRENTE EN LOS ESTUARIOS VERACRUZANOS

Para establecer la prevalencia de un grupo de especies como el ensamblaje de especies recurrentes en los estuarios de Veracruz, se hicieron dos fases de análisis de información, en la primera, a partir de la matriz base de presencia-ausencia se calificó la frecuencia de ocurrencia de las especies de peces en los 18 estuarios con listados de especies publicados.

La frecuencia de ocurrencia se separó en cinco categorías: muy baja (mb) a las especies con 1 a 3 registros, baja (b) con cuatro a seis registros, intermedia (i) siete a nueve registros, alta (a) 10 a 12 registros y muy alta (ma) para las especies con más de 13 registros en diferentes estuarios veracruzanos. Esta categorización se combinó con las categorías ecológicas y luego fueron comparados los resultados generales con los resultados de cada estuario.

El siguiente análisis discriminó a las especies de frecuencia muy baja, baja e intermedia, creando una matriz de presencia-ausencia solo con las especies de frecuencia alta y muy alta para verificar si hubo un aumento en la similitud de la composición de especies entre los estuarios, este análisis se apoyó con una prueba MDS, tal como se realizó con la matriz base en la sección de similitud de las composiciones de especies entre estuarios.

Finalmente se midió la asociación de las especies en la ocupación de los estuarios de Veracruz, utilizando el índice de Bray-Curtis en modo presencia-ausencia, analizando la información de los registros de las especies como variables y produciendo el dendrograma correspondiente. Todos los cálculos también se hicieron con el programa PRIMER-6 (Clarke y Gorley 2006).

# RESULTADOS

## 4.1 PUBLICACIONES CON INVENTARIOS DE ESPECIES DE PECES ESTUARINOS

Se encontró un número reducido de publicaciones con registros de especies de peces en estuarios veracruzanos, la mayoría escritos en español. Debe darse reconocimiento justo a la recopilación que realizaron Castañeda y Contreras (2004) que incluye información de presentaciones en diferentes foros especializados y tesis de licenciatura y posgrado, otro trabajo fundamental es el ya citado de Castro-Aguirre et al. (1999) que agregó numerosas referencias publicadas antes de la década de 1980.

Se analizaron 30 publicaciones, algunas presentaron compilaciones históricas de registros de especies en las que se incluyeron otras publicaciones previas, como se hizo para la Laguna de Sontecomapan (Aguirre-León et al. 2018) y Raz-Guzmán et al. (2018) para la Laguna de Tamiahua.

Con estos documentos se compilaron las especies de peces, fueron más numerosos los artículos en revistas científicas, seguidos de los libros. En la Tabla 6 presenta el número de publicaciones por categoría.

Tabla 6. Número de publicaciones por categoría, con registros de especies de peces desde 1980.

Tipo de publicación	Década				Total
	1980	1990	2000	2010 >	
Artículos	4	1	4	10	19
Libros	3	1	1	0	5
Capítulos de Libro	0	1	0	1	2
Tesis	2	1	1	0	4

## 4.2 LOS ESTUARIOS DE VERACRUZ

Con la información fotográfica histórica de la costa de Veracruz, se identificaron diez estuarios y ocho lagunas costeras que presentan comunicación permanente con el océano, en esta categoría se incluyó a los llamados “sistemas” como Río Pánuco - Laguna Pueblo Viejo, Río Tuxpan – Laguna de Tampamachoco o Río Nautla – Estero Casitas, además se identificaron otros 22 estuarios que mostraron episodios de aislamiento estacional al mar, se enlistan los estuarios por cada categoría (Tabla 7) y se presenta la ubicación geográfica los estuarios de comunicación obstruida o “ciegos” en Veracruz (Figura 9), de la mayoría de estos cuerpos de agua no se tiene información sobre su fauna de peces.

Tabla 7. Estuarios con comunicación permanente y obstruida en el estado de Veracruz, se enlistan de acuerdo con su ubicación geográfica siguiendo una orientación norte-sur.

Estuarios con comunicación permanente	Estuarios con comunicación obstruida temporalmente
Sistema Río Pánuco – Laguna Pueblo Viejo	Rancho La Playa
Laguna Tamiahua	Tenixtepec
Sistema Río Tuxpan – Laguna Tampamachoco	Boca de Limas
Río Cazones	Laguna El Güiro
Río Tecolutla	Playa Virgen
Río Nautla – Estero Casitas	Playa Paraíso
Río Actopan	Costa Esmeralda
Río La Antigua	Laguna Grande – Laguna Chica
Río Jamapa	La Vigüeta
Sistema Lagunar Mandinga	Playa El Raudal
Sistema Lagunar Alvarado	Las Higueras
Laguna Sontecomapan	Playa el Domingal
Laguna Ostión	Lechuguillas
Río Coatzacoalcos	Rancho Nuevo
Río Tonalá	Laguna San Agustín
	Boca Andrea
	Laguna El Llano
	Laguna La Mancha
	Playa Juan Ángel
	Río El Salado
	Olapan
	Sochapan

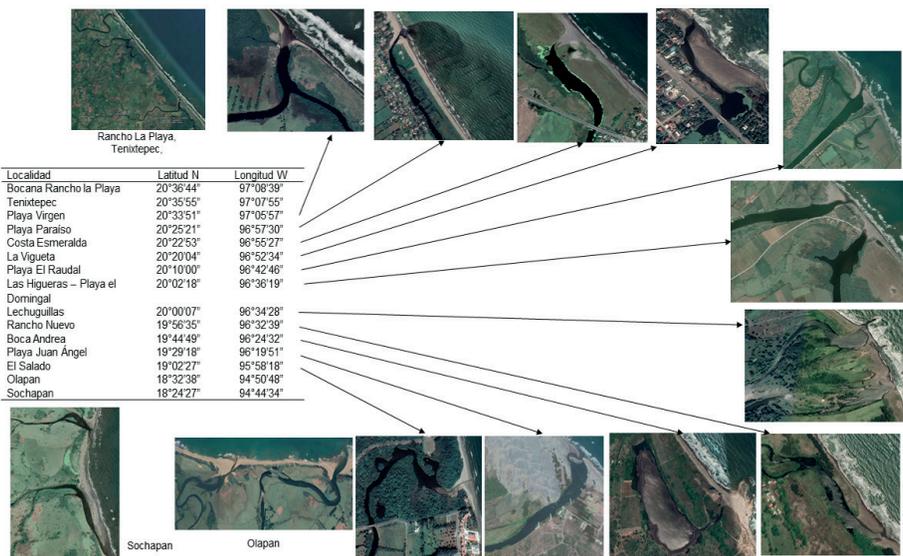


Figura 9. Ubicación geográfica de estuarios de boca obstruida en el estado de Veracruz, la mayoría sin información publicada sobre su fauna de peces. Se presentan en dirección norte-sur. (Composición propia, con imágenes de acceso libre, tomadas de Google Earth, 2023).

### 4.3 LOS PECES ESTUARINOS DE VERACRUZ. COMPOSICIÓN TAXONÓMICA

De los estuarios reconocidos en la costa veracruzana solo se dispone de 19 publicaciones con inventarios de especies, en estos se han registrado 331 especies, de 200 géneros, 83 familias, 44 órdenes y tres clases. No se incluyeron los registros de cuatro taxones reportados a nivel de género como *Bairdiella* sp., *Oreochromis* sp., *Poeciliopsis* sp. y *Microporca* sp. El arreglo sistemático se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8. Arreglo sistemático de las especies de peces reportadas en estuarios del estado de Veracruz.

\*Especies reportadas en el listado de Lara-Domínguez et al. (2011); + Especies reportadas en el listado de especies dulceacuícolas para Veracruz de Mercado-Silva et al. 2011; *i* especies invasoras o introducidas.

<b>Clase Chondrichthyes</b>		
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>
Carchariniformes	Triakidae	1 <i>Mustelus canis</i> (Mitchill, 1815)*
	Carcharinidae	2 <i>Carcharinus isodon</i> (Müller & Henle, 1839)
		3 <i>Carcharinus leucas</i> (Müller & Henle, 1839)* +
		4 <i>Carcharinus limbatus</i> (Müller & Henle, 1839)*
		5 <i>Carcharinus porosus</i> (Ranzani, 1839)*
		6 <i>Galeocerdo cuvier</i> (Péron & Lesueur, 1822)*
		7 <i>Negaprion brevirostris</i> (Poey, 1868)*
		8 <i>Rhizoprionodon terraenovae</i> (Richardson, 1836)
		9 <i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834)*
	Sphyrnidae	10 <i>Sphyrna mokarran</i> (Rüppell, 1837)*
		11 <i>Sphyrna tiburo</i> (Linnaeus, 1758)*
Squatiniiformes	Squatiniidae	12 <i>Squatina dumeril</i> Lesueur, 1818*
Torpediniiformes	Narcinidae	13 <i>Narcine brasiliensis</i> (Olfers, 1831)*
		14 <i>Narcine bancroftii</i> (Griffith & Smith, 1834)
Rhinopristiiformes	Pristidae	15 <i>Pristis microdon</i> Latham, 1794
		16 <i>Pristis pectinata</i> Latham, 1794
	Rhinobatidae	17 <i>Pseudobatos lentiginosus</i> (Garman, 1880)*
Rajiformes	Rajidae	18 <i>Raja texana</i> Chandler, 1921*
Myliobatiformes	Dasyatidae	19 <i>Hypanus americanus</i> (Hildebrand & Schroeder, 1928)*
		20 <i>Hypanus sabinus</i> (Lesueur, 1824)*
	Gymnuridae	21 <i>Gymnura lessae</i> Yokota & Carvalho 2017 *
	Myliobatidae	22 <i>Aetobatos narinari</i> (Euphrasen, 1790)
	Urotrygonidae	23 <i>Urobatis jamaicensis</i> (Cuvier, 1816)
<b>Clase Holostei</b>		
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especies</b>
Lepisosteiformes	Lepisosteidae	24 <i>Atractosteus spatula</i> (Lacepède, 1803)
		25 <i>Atractosteus tropicus</i> Gill, 1863

---

 Clase **Teleostei**

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especies</b>			
Elopiformes	Elopidae	26 <i>Elops affinis</i> Regan, 1909 27 <i>Elops saurus</i> Linnaeus, 1766* +			
	Megalopidae	28 <i>Megalops atlanticus</i> Valenciennes, 1847* +			
Albuliformes	Albulidae	29 <i>Albula vulpes</i> (Linnaeus, 1758)*			
	Muraenidae	30 <i>Gymnothorax nigromarginatus</i> (Girard, 1858)* 31 <i>Gymnothorax ocellatus</i> Agassiz, 1831			
	Ophichthidae	32 <i>Myrophis punctatus</i> Lütken, 1852* 33 <i>Ophichthus gomesii</i> (Castelnau, 1855)*			
Clupeiformes	Anguillidae	34 <i>Anguilla rostrata</i> (Lesueur, 1817) +			
	Clupeidae	35 <i>Brevoortia gunteri</i> Hildebrand, 1948* + 36 <i>Brevoortia patronus</i> Goode, 1878* 37 <i>Dorosoma anale</i> Meek, 1904* + 38 <i>Dorosoma cepedianum</i> (Lesueur, 1818)* + 39 <i>Dorosoma petenense</i> (Günther, 1867)* + 40 <i>Harengula clupeola</i> (Cuvier, 1829)* 41 <i>Harengula jaguana</i> Poey, 1865* + 42 <i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)* 43 <i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847*			
		Engraulidae	44 <i>Anchoa cubana</i> (Poey, 1868) 45 <i>Anchoa hepsetus</i> (Linnaeus, 1758)* 46 <i>Anchoa lamprotaenia</i> Hildebrand, 1943* 47 <i>Anchoa lyolepis</i> (Evermann & Marsh, 1900)* 48 <i>Anchoa mitchilli</i> (Valenciennes, 1848)* + 49 <i>Anchovia clupeoides</i> (Swainson, 1839)* 50 <i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)*		
			Catostomidae	51 <i>Ictiobus meridionalis</i> (Günther, 1868)* +	
			Leuciscidae	52 <i>Tampichthys ipni</i> (Álvarez & Navarro, 1953)	
		Bryconiformes	Bryconidae	53 <i>Brycon guatemalensis</i> Regan, 1908	
		Characiformes	Characidae	54 <i>Astyanax aeneus</i> (Günther, 1860) + 55 <i>Astyanax mexicanus</i> (De Filippi, 1853)* + 56 <i>Psalidodon fasciatus</i> (Cuvier, 1819)*	
				Loricariidae	57 <i>Pterygoplichthys disjunctivus</i> (Weber, 1991) <i>i</i>
				Heptateridae	58 <i>Rhamdia guatemalensis</i> (Günther, 1864) + 59 <i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)
		Siluriformes	Ariidae	60 <i>Ariopsis assimilis</i> (Günther, 1864) 61 <i>Ariopsis felis</i> (Linnaeus, 1766)* + 62 <i>Bagre marinus</i> (Mitchill, 1815) 63 <i>Cathorops aguadulce</i> (Meek, 1904)* + 64 <i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)	

	Ictaluridae	65 <i>Ictalurus meridionalis</i> (Günther, 1864) 66 <i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1818) +
Aulopiiformes	Synodontidae	67 <i>Synodus foetens</i> (Linnaeus, 1766)* 68 <i>Trachinocephalus myops</i> (Forster, 1801)
Ophidiiformes	Ophidiidae	69 <i>Brotula barbata</i> (Bloch & Schneider, 1801)* 70 <i>Ophidion josephi</i> Girard, 1858
Batrachoidiformes	Batrachoididae	71 <i>Opsanus beta</i> (Goode & Bean, 1880)* + 72 <i>Porichthys plectrodon</i> Jordan & Gilbert, 1882*
Scombriformes	Tetragonuridae	73 <i>Tetragonurus atlanticus</i> Lowe, 1839
	Stromateidae	74 <i>Peprilus burti</i> Fowler, 1944* 75 <i>Peprilus paru</i> (Linnaeus, 1758)* 76 <i>Peprilus triacanthus</i> (Peck, 1804)*
	Scombridae	77 <i>Scomberomorus maculatus</i> (Mitchill, 1815)*
	Trichiuridae	78 <i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus, 1758*
Syngnathiformes	Syngnathidae	79 <i>Hippocampus erectus</i> Perry, 1810* 80 <i>Hippocampus zosterae</i> Jordan & Gilbert, 1882* 81 <i>Microphis brachyurus</i> (Bleeker, 1854)* + 82 <i>Microphis lineatus</i> (Kaup, 1856) 83 <i>Syngnathus caribbaeus</i> Dawson, 1979 84 <i>Syngnathus floridae</i> (Jordan & Gilbert, 1882)* 85 <i>Syngnathus louisianae</i> Günther, 1870* 86 <i>Syngnathus pelagicus</i> Linnaeus, 1758 87 <i>Syngnathus scovelli</i> (Evermann & Kendall, 1896)*
Gobiiformes	Eleotridae	88 <i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792)* + 89 <i>Eleotris amblyopsis</i> (Cope, 1871) + 90 <i>Erotelis smaragdus</i> (Valenciennes, 1837)* 91 <i>Gobiomorus dormitor</i> Lacepède, 1800* + 92 <i>Guavina guavina</i> (Valenciennes, 1837)* +
	Gobiidae	93 <i>Awaous banana</i> (Valenciennes, 1837) 94 <i>Awaous tajasica</i> (Lichtenstein, 1822) + 95 <i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)* 96 <i>Bollmannia communis</i> Ginsburg, 1942* 97 <i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan & Gilbert, 1882) + 98 <i>Ctenogobius claytonii</i> (Meek, 1902) + 99 <i>Ctenogobius shufeldti</i> (Jordan & Eigenmann, 1887)* 100 <i>Evorthodus lyricus</i> (Girard, 1858)* + 101 <i>Gobioides broussonnetii</i> Lacepède, 1800* + 102 <i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)* 103 <i>Gobiosoma bosc</i> (Lacepède, 1800)* + 104 <i>Gobiosoma hemigymnum</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1888)

		105 <i>Gobiosoma robustum</i> Ginsburg, 1933*
		106 <i>Lophogobius cyprinoides</i> (Pallas, 1770)*
		107 <i>Microbius gulosus</i> (Girard, 1858)
		108 <i>Microbius thalassinus</i> (Jordan & Gilbert, 1883)
		109 <i>Microdesmus carri</i> Gilbert, 1966
Synbranchiformes	Synbranchidae	110 <i>Ophisternon aenigmaticum</i> Rosen & Greenwood, 1976
		111 <i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795 +
Perciformes Carangaria	Centropomidae	112 <i>Centropomus ensiferus</i> Poey, 1860*
		113 <i>Centropomus mexicanus</i> Bocourt, 1868
		114 <i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860* +
		115 <i>Centropomus pectinatus</i> Poey, 1860*
		116 <i>Centropomus poeyi</i> Chávez, 1961* +
		117 <i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)* +
	Sphyraenidae	118 <i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)*
		119 <i>Sphyraena guachancho</i> Cuvier, 1829*
		120 <i>Sphyraena picudilla</i> Poey, 1860
	Polynemidae	121 <i>Polydactilus octonemus</i> (Girard, 1858)*
Perciformes Carangiformes	Carangidae	122 <i>Caranx bartholomaei</i> Cuvier, 1833*
		123 <i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)*
		124 <i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)* +
		125 <i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831* +
		126 <i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)*
		127 <i>Hemicaranx amblyrhynchus</i> (Cuvier, 1833)*
		128 <i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)*
		129 <i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)*
		130 <i>Selene setapinnis</i> (Mitchill, 1815)*
		131 <i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)*
		132 <i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)*
		133 <i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)*
		134 <i>Trachurus lathami</i> Nichols, 1920
	Echeneidae	135 <i>Echeneis naucrates</i> (Linnaeus, 1758)*
Perciformes Ovalentaria	Opistognathidae	136 <i>Lonchopisthus micrognathus</i> (Poey, 1860)
Ovalentaria	Pomacentridae	137 <i>Stegastes leucostictus</i> (Müller & Troschel, 1848)
Scombriformes	Pomatomidae	138 <i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)*
Cichliformes	Cichlidae	139 <i>Cichlasoma geddesi</i> (Regan, 1905)*
		140 <i>Cincolichthys pearsei</i> (Hubbs, 1936)*
		141 <i>Coptodon rendalli</i> (Boulenger, 1897)* <i>i</i>
		142 <i>Coptodon zillii</i> (Gervais, 1848) <i>i</i>
		143 <i>Criboheros robertsoni</i> (Regan, 1905)
		144 <i>Herichthys cyanoguttatus</i> Baird & Girard, 1854*

		145 <i>Herichthys labridens</i> (Pellegrin, 1903)
		146 <i>Mayaheros urophthalmus</i> (Günther, 1862)* +
		147 <i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner, 1864)* + <i>i</i>
		148 <i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852)* + <i>i</i>
		149 <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)* + <i>i</i>
		150 <i>Oscura heterospila</i> (Hubbs, 1936)
		151 <i>Parachromis friedrichsthalii</i> (Heckel, 1840) +
		152 <i>Parachromis managuensis</i> (Günther, 1867) <i>i</i>
		153 <i>Petenia splendida</i> Günther, 1862* +
		154 <i>Rocio octofasciata</i> (Regan, 1903)*
		155 <i>Theraps irregularis</i> Günther, 1862*
		156 <i>Thorichthys helleri</i> (Steindachner, 1864)* +
		157 <i>Thorichthys pasionis</i> (Rivas, 1962)*
		158 <i>Trichromis salvini</i> (Günther, 1862)* +
		159 <i>Vieja fenestrata</i> (Günther, 1860)* +
		160 <i>Vieja melanurus</i> (Günther, 1862)*
Atheriniformes	Atherinidae	161 <i>Atherinomorus stipes</i> (Müller & Troschel, 1848)
	Atherinopsidae	162 <i>Atherinella alvarezii</i> (Díaz-Pardo, 1972)* +
		163 <i>Atherinella sallei</i> (Regan, 1903)* +
		164 <i>Membras martinica</i> (Valenciennes, 1835)* +
		165 <i>Membras vagrans</i> (Goode & Bean, 1879)*
		166 <i>Menidia beryllina</i> (Cope, 1867)* +
		167 <i>Menidia peninsulæ</i> (Goode & Bean, 1879) +
Cyprinodontiformes	Fundulidae	168 <i>Fundulus grandis</i> Baird & Girard, 1853* +
		169 <i>Lucania parva</i> (Baird & Girard, 1855)*
	Cyprinodontidae	170 <i>Cyprinodon variegatus</i> Lacepède, 1803*+
	Poeciliidae	171 <i>Belonesox belizanus</i> Kner, 1860* +
		172 <i>Gambusia affinis</i> (Baird & Girard, 1853) +
		173 <i>Gambusia regani</i> Hubbs, 1926* +
		174 <i>Gambusia sexradiata</i> Hubbs, 1936* +
		175 <i>Gambusia vittata</i> Hubbs, 1926 +
		176 <i>Poecilia catemacónis</i> Miller, 1975* +
		177 <i>Poecilia formosa</i> (Girard, 1859) +
		178 <i>Poecilia latipinna</i> (Lesueur, 1821) +
		179 <i>Poecilia latipunctata</i> Meek, 1904*
		180 <i>Poecilia mexicana</i> Steindachner, 1863* +
		181 <i>Poecilia sphenops</i> Valenciennes, 1846* +
		182 <i>Poeciliopsis gracilis</i> (Heckel, 1848) +
		183 <i>Pseudoxiphophorus bimaculatus</i> (Heckel, 1848)* +
		184 <i>Pseudoxiphophorus jonesii</i> (Günther, 1874) +
		185 <i>Xiphophorus birchmanni</i> Lechner & Radda, 1987

		186 <i>Xiphophorus hellerii</i> Heckel, 1848* +
		187 <i>Xiphophorus variatus</i> (Meek, 1904)
Beloniformes	Belonidae	188 <i>Platybelone argalus</i> (Lesueur, 1821)
		189 <i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)* +
		190 <i>Strongylura notata</i> (Poey, 1860)* +
		191 <i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)* +
		192 <i>Tylosurus crocodilus</i> (Péron & Lesueur, 1821)*
	Hemiramphidae	193 <i>Chriodorus atherinoides</i> Goode & Bean, 1882*
		194 <i>Hemiramphus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)*
		195 <i>Hyporhamphus meeki</i> Banford & Collette, 1993*
		196 <i>Hyporhamphus mexicanus</i> Álvarez, 1959
		197 <i>Hyporhamphus roberti</i> (Valenciennes, 1847)*
		198 <i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)*
Mugiliformes	Mugilidae	199 <i>Dajaus monticola</i> (Bancroft, 1834)* +
		200 <i>Jotorus pichardi</i> Poey, 1860 +
		201 <i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758* +
		202 <i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836* +
		203 <i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836
		204 <i>Mugil trichodon</i> Poey, 1875*
		205 <i>Gobiesox strumosus</i> Cope, 1870*
Gobiesociformes	Gobiesocidae	
Blenniiformes	Labrisomidae	206 <i>Gobioclinus guppyi</i> (Norman, 1922)
		207 <i>Labrisomus nuchipinnis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)*
	Bleniidae	208 <i>Chasmodes bosquianus</i> (Lacepède, 1800)
		209 <i>Hypleurochilus geminatus</i> (Wood, 1825)
		210 <i>Hypsoblennius hentz</i> (Lesueur, 1825)*
		211 <i>Hypsoblennius ionthas</i> (Jordan & Gilbert, 1882)
		212 <i>Lupinoblennius nicholsi</i> (Tavolga, 1954)*
		213 <i>Scartella cristata</i> (Linnaeus, 1758)*
		214 <i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)*
		215 <i>Lutjanus apodus</i> (Walbaum, 1792)*
216 <i>Lutjanus campechanus</i> (Poey, 1860)		
217 <i>Lutjanus cyanopterus</i> (Cuvier, 1828)*		
218 <i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)* +		
219 <i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)*		
220 <i>Lutjanus mahogoni</i> (Cuvier, 1828)		
221 <i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)*		
222 <i>Lutjanus vivanus</i> (Cuvier, 1828)		
223 <i>Pristipomoides aquilonaris</i> (Goode & Bean, 1896)*		
224 <i>Rhomboplites aurorubens</i> (Cuvier, 1829)		
Perciformes Eupercaria	Lutjanidae	
	Gerreidae	225 <i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842* +
		226 <i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)* +

- 227 *Eucinostomus argenteus* Baird & Girard, 1855\* +  
 228 *Eucinostomus gula* (Quoy & Gaimard, 1824)\*  
 229 *Eucinostomus jonesii* (Günther, 1879)  
 230 *Eucinostomus melanopterus* (Bleeker, 1863)\* +  
 231 *Eugerres brasilianus* (Cuvier, 1830)  
 232 *Eugerres plumieri* (Cuvier, 1830)\* +  
 233 *Gerres cinereus* (Walbaum, 1792)\* +  
 234 *Ulaema lefroyi* (Goode, 1874)\*
- Haemulidae 235 *Anisotremus surinamensis* (Bloch, 1791)\*  
 236 *Conodon nobilis* (Linnaeus, 1758)\*  
 237 *Haemulon aurolineatum* Cuvier, 1830  
 238 *Haemulon bonariense* Cuvier, 1830\*  
 239 *Haemulon plumierii* (Lacepède, 1801)  
 240 *Haemulon sciurus* (Shaw, 1803)\*  
 241 *Orthopristis chrysoptera* (Linnaeus, 1766)\*  
 242 *Pomadasys ramosus* (Poey, 1860)  
 243 *Rhonciscus crocro* (Cuvier, 1830)\* +
- Sparidae 244 *Archosargus probatocephalus* (Walbaum, 1792)\*  
 245 *Archosargus rhomboidalis* (Linnaeus, 1758)\*  
 246 *Diplodus caudimacula* (Poey, 1860)  
 247 *Lagodon rhomboides* (Linnaeus, 1766)\*  
 248 *Stenotomus chrysops* (Linnaeus, 1766)\*
- Sciaenidae 249 *Bairdiella chrysoura* (Lacepède, 1802)\*  
 250 *Bairdiella veraecrucis* (Cuvier, 1830)\*  
 251 *Corvula batabana* (Poey, 1860)  
 252 *Cynoscion arenarius* Ginsburg, 1930\*  
 253 *Cynoscion nebulosus* (Cuvier, 1830)\*  
 254 *Cynoscion nothus* (Holbrook, 1848)\*  
 255 *Larimus breviceps* Cuvier, 1830\*  
 256 *Larimus fasciatus* Holbrook, 1855\*  
 257 *Leiostomus xanthurus* Lacepède, 1802\*  
 258 *Menticirrhus americanus* (Linnaeus, 1758)\*  
 259 *Menticirrhus littoralis* (Holbrook, 1847)\*  
 260 *Menticirrhus saxatilis* (Bloch & Schneider, 1801)\*  
 261 *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823)\*  
 262 *Micropogonias undulatus* (Linnaeus, 1766)\* +  
 263 *Pogonias cromis* (Linnaeus, 1766)\*  
 264 *Sciaenops ocellatus* (Linnaeus, 1766)\*  
 265 *Stellifer lanceolatus* (Holbrook, 1855)\*  
 266 *Stellifer stellifer* (Bloch, 1790)  
 267 *Umbrina broussonnetii* Cuvier, 1830

		268 <i>Umbrina coroides</i> Cuvier, 1830*
Perciformes Serranoidei	Serranidae	269 <i>Diplectrum bivittatum</i> (Valenciennes, 1828) 270 <i>Diplectrum formosum</i> (Linnaeus, 1766)* 271 <i>Epinephelus adensionis</i> (Osbeck, 1765)* 272 <i>Epinephelus guttatus</i> (Linnaeus, 1758)* 273 <i>Epinephelus itajara</i> (Lichtenstein, 1822)* 274 <i>Epinephelus striatus</i> (Bloch, 1792)* 275 <i>Hyporthodus nigrilus</i> (Holbrook, 1855)* 276 <i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey, 1860)* 277 <i>Rypticus saponaceus</i> (Bloch & Schneider, 1801)* 278 <i>Serranus atrobranchus</i> (Cuvier, 1829)*
Perciformes Eupercaria	Scaridae	279 <i>Sparisoma rubripinne</i> (Valenciennes, 1840)
Perciformes Uranoscopoidei	Uranoscopidae	280 <i>Astroscopus guttatus</i> Abbott, 1860 281 <i>Astroscopus ygraecum</i> (Cuvier, 1829)*
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	282 <i>Scorpaena dispar</i> Longley & Hildebrand, 1940* 283 <i>Scorpaena plumieri</i> Bloch, 1789*
Perciformes Scorpaenoidei	Triglidae	284 <i>Prionotus carolinus</i> (Linnaeus, 1771) 285 <i>Prionotus evolans</i> (Linnaeus, 1766) 286 <i>Prionotus longispinosus</i> Teague, 1951 287 <i>Prionotus ophryas</i> Jordan & Swain, 1885 288 <i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1793)* 289 <i>Prionotus roseus</i> Jordan & Evermann, 1887 290 <i>Prionotus rubio</i> Jordan, 1886 291 <i>Prionotus tribulus</i> Cuvier, 1829*
Centrarchiformes	Kyphosidae	292 <i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)*
Acanthuriformes	Lobotidae	293 <i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch, 1790)*
	Chaetodontidae	294 <i>Chaetodon ocellatus</i> Bloch, 1787*
	Ephippidae	295 <i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)*
Lophiiformes	Antennariidae	296 <i>Antennarius multiocellatus</i> (Valenciennes, 1837) 297 <i>Antennarius scaber</i> (Cuvier, 1817)* 298 <i>Fowlerichthys radiosus</i> (Garman, 1896)* 299 <i>Histrio histrio</i> (Linnaeus, 1758)*
	Ogcocephalidae	300 <i>Ogcocephalus cubifrons</i> (Richardson, 1836) 301 <i>Ogcocephalus declivirostris</i> Bradbury, 1980 302 <i>Ogcocephalus pantostictus</i> Bradbury, 1980* 303 <i>Ogcocephalus vespertilio</i> (Linnaeus, 1758)*
Pleuronectiformes	Cyclosettidae	304 <i>Citharichthys abbotti</i> Dawson, 1969* 305 <i>Citharichthys arctifrons</i> Goode, 1880 306 <i>Citharichthys macrops</i> Dresel, 1885* 307 <i>Citharichthys spilopterus</i> Günther, 1862* +

		308 <i>Citharichthys uhleri</i> Jordan, 1889*
		309 <i>Cyclopsetta fimbriata</i> (Goode & Bean, 1885)*
		310 <i>Etropus crossotus</i> Jordan & Gilbert, 1882*
		311 <i>Paralycthis lethostigma</i> Jordan & Gilbert, 1884*
		312 <i>Syacium gunteri</i> Ginsburg, 1933
		313 <i>Syacium papillosum</i> (Linnaeus, 1758)
	Cynoglossidae	314 <i>Symphurus civitatum</i> Ginsburg, 1951
		315 <i>Symphurus plagiusa</i> (Linnaeus, 1766)
	Achiridae	316 <i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)*
		317 <i>Gymnachirus texae</i> (Gunter, 1936)*
		318 <i>Trinectes maculatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)* +
Tetraodontiformes	Balistidae	319 <i>Balistes capriscus</i> Gmelin, 1789*
	Monacanthidae	320 <i>Aluterus schoepfii</i> (Walbaum, 1792)
		321 <i>Aluterus scriptus</i> (Osbeck, 1765)*
		322 <i>Monacanthus ciliatus</i> (Mitchill, 1818)
		323 <i>Stephanolepis hispidus</i> (Linnaeus, 1766)*
	Ostraciidae	324 <i>Acanthostracion quadricornis</i> (Linnaeus, 1758)
	Tetraodontidae	325 <i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus, 1766)*
		326 <i>Sphoeroides nephelus</i> (Goode & Bean, 1882)*
		327 <i>Sphoeroides parvus</i> Shipp & Yerger, 1969*
		328 <i>Sphoeroides spengleri</i> (Bloch, 1785)
		329 <i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)*
	Diodontidae	330 <i>Chilomycterus schoepfii</i> (Walbaum, 1792)*
		331 <i>Diodon hystrix</i> Linnaeus, 1758*

---

Las familias con mayor número de especies fueron Cichlidae (22 spp.) en esta se incluyen las especies introducidas de los géneros *Oreochromis* spp. y *Coptodon* spp.; Sciaenidae (19 spp.), luego Poecillidae y Gobiidae (17 spp.), Carangidae (13 spp.), Lutjanidae (11 spp.), Cyclopsettidae, Gerreidae y Serranidae (10 spp.), Clupeidae, Syngnathidae y Haemulidae (9 ssp.), Triglidae (8 spp.), Carcharinidae y Engraulidae (7 spp.), con seis especies a las familias Centropomidae, Atherinopsidae y Hemiramphidae, con cinco especies a Mugilidae, Belonidae, Ariidae y Eleotridae, este conjunto sumó para el 58% del total de especies registradas en los estuarios del estado.

Catorce familias se registraron con tres a cuatro especies y las 48 familias restantes presentaron entre una y dos especies, 38 de estas fueron familias marinas y las restantes dulceacuícolas.

La riqueza de especies de los estuarios veracruzanos se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Riqueza de especies de peces registradas en los estuarios del estado de Veracruz. El acomodo de los estuarios sigue su ubicación de norte a sur.

Estuario	No. Especies
Sistema Pánuco-Pueblo Viejo	90
Laguna Tamiahua	182
Sistema Tuxpan-Tampamachoco	228
Río Cazones	14
Laguna El Güiro	26
Río Tecolutla	62
Río Nautla-Casitas	54
Laguna Grande	64
Laguna El Llano	39
Laguna La Mancha	74
Río La Antigua	23
Río Jamapa	49
Laguna Mandinga	100
Sistema Lagunar Alvarado	138
Laguna Sontecomapan	137
Laguna Ostión	63
Río Coatzacoalcos	56
Río Tonalá	50

En las lagunas costeras se han registrado las mayores riquezas de especies, que contrastan con los estuarios de geomorfología típica en los que se han registrado entre 14 y 61 especies; los de mayor biodiversidad son el Sistema Tuxpan-Tampamachoco (228 spp.), Laguna de Tamiahua (182 spp.), Sistema Lagunar de Alvarado (138 spp.), Laguna Sontecomapan (137 spp.), Laguna Mandinga (100 spp.) y el Sistema Pánuco-Pueblo Viejo (90 spp.), con menor riqueza de especies fueron Laguna el Güiro (26 spp.), Río La Antigua (23 spp.) y Río Cazones (14 spp.).

#### 4.4 DISTINTIVIDAD TAXONÓMICA

La diversidad taxonómica promedio ( $\Delta+$ ) mostró que la mayoría de los estuarios se ubicaron por abajo del límite inferior de 95% de confianza, los mayores valores de  $\Delta+$  correspondieron a las lagunas con mayor riqueza de especies como los sistemas de Tuxpan-Tampamachoco (93), Tamiahua, Alvarado (92); los estuarios con riquezas específicas entre 40 y 70 especies tendieron a agruparse con valores  $\Delta+$  entre 91 a 92 y alejados de los estuarios y lagunas costeras con mayores riquezas de especies, la diversidad taxonómica promedio fue más baja en Río Cazones y Río La Antigua (89), en el diagrama de túnel también se aprecia que a excepción del sistema Tuxpan-Tampamachoco, el resto de los estuarios están por abajo o cercanos al límite de confianza inferior (Fig. 10a).

En general todos los estuarios del estado tuvieron una distinción taxonómica diferente que la esperada en el promedio; el gráfico de túnel de la variación de la distintividad taxonómica ( $\Delta+$ ) indica que la mayoría de los estuarios tienen mayor complejidad, con diferencias taxonómicas marcadas que incluso superan el límite superior de confianza como La Antigua, El Güiro, Nautla-Casitas, Tecolutla, Laguna Ostión estos caracterizados por números bajos de especies, en contraste con lagunas con mayor biodiversidad como Mandinga, Alvarado y Tamiahua, con una evidente presencia de taxones que no están presentes en el resto de los estuarios (Fig. 10b).

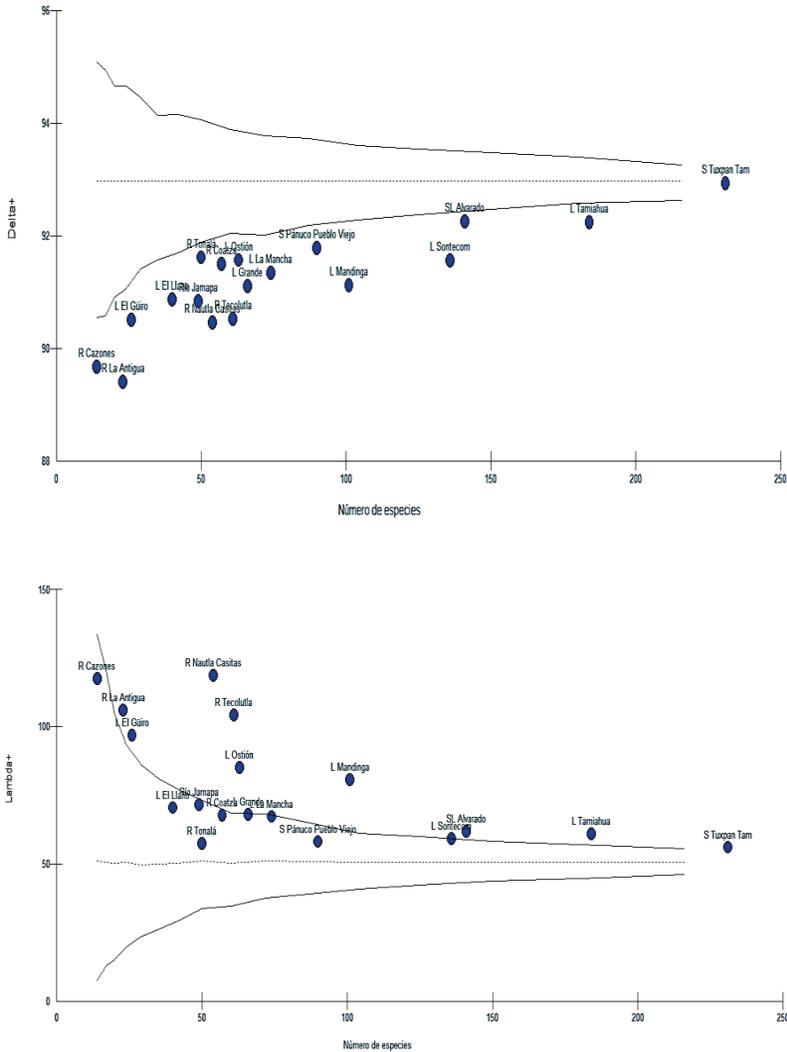


Fig. 10. Gráficos de túnel para: a)  $\Delta+$  (distintividad taxonómica promedio) y b)  $\Lambda+$  (variación de la distintividad taxonómica) para los 18 estuarios veracruzanos con inventarios de especies de peces, las líneas continuas representan los límites de confianza al 95%.

#### 4.5 SIMILITUD EN LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES

A partir de la similitud de los ensamblajes de especies de peces se identificaron varias agrupaciones de estuarios con similitud entre 70 a 78%, el más alto fue el de Casitas-Tecolutla, al que se reunió Laguna Grande con 66% ; luego el grupo formado por las lagunas costeras de Sontecomapan, Mandinga y Alvarado localizadas en el centro-sur del estado, a este grupo se unieron las lagunas de Tuxpan-Tampamachoco y Tamiahua, al que se reunió finalmente el sistema Pánuco-Pueblo Viejo con similitud del 56%, estas tres últimas ubicadas al norte del estado, otra vez es apropiado señalar que estos estuarios son los de mayor biodiversidad de Veracruz. Los ensamblajes de peces menos parecidos correspondieron a los ríos Jamapa, la Antigua (similitud 44%) finalmente Cazones y Nautla con menos del 20 % (Fig. 11).

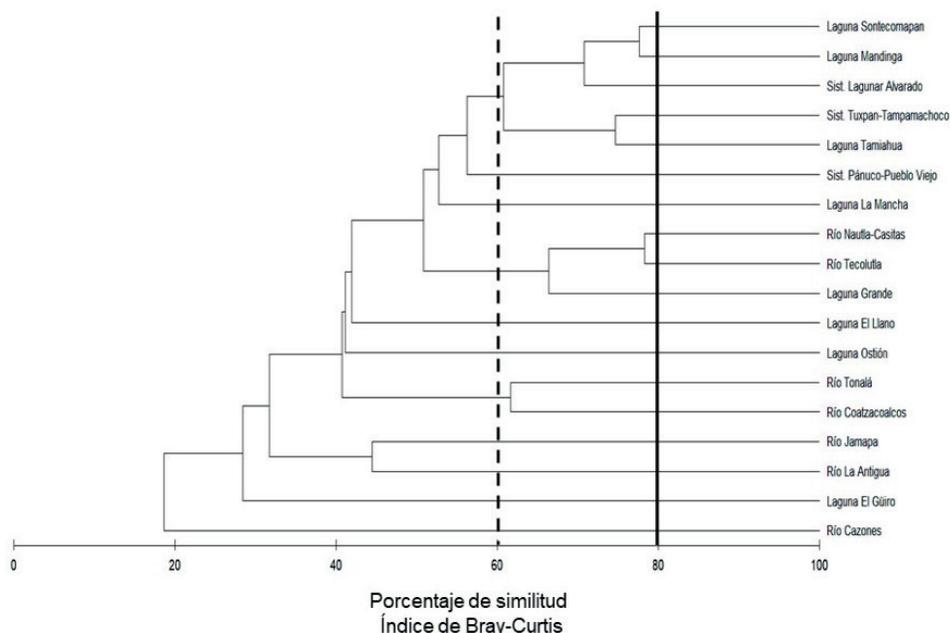


Fig. 11. Dendrograma que presenta la similitud entre las composiciones de especies de peces reportados para estuarios de Veracruz. Línea continua vertical corresponde al corte de similitud al 80%, línea discontinua vertical corresponde al corte a similitud al 60%.

El gráfico MDS distinguió con un nivel de estrés aceptable a un conjunto estuarino numeroso que agrupa con mayor similitud a los ensamblajes de especies de los sistemas lagunares y de los estuarios de Tecolutla y Jamapa; se separaron los elencos de los estuarios con boca obstruida como Laguna Grande, Laguna La Mancha y más diferenciados Laguna El Llano y Laguna El Güiro; los estuarios de la zona sur del estado se separaron en otro conjunto y con menos similitud los estuarios de La Antigua y Cazones. El acomodo gráfico de los ensamblajes de especies no indicó alguna tendencia geográfica en la composición de los ensamblajes de peces (Fig. 12).

Por otro lado, los niveles de similitud apuntan a la recurrencia de un grupo de especies comunes en la mayoría de los estuarios, que separa con claridad a los cuatro estuarios con las menores riquezas de especies y de estos, a Laguna El Güiro que es el único con un patrón de aislamiento del océano impredecible; estos resultados reiteran que no hay tendencia de agrupación regional entre los estuarios.

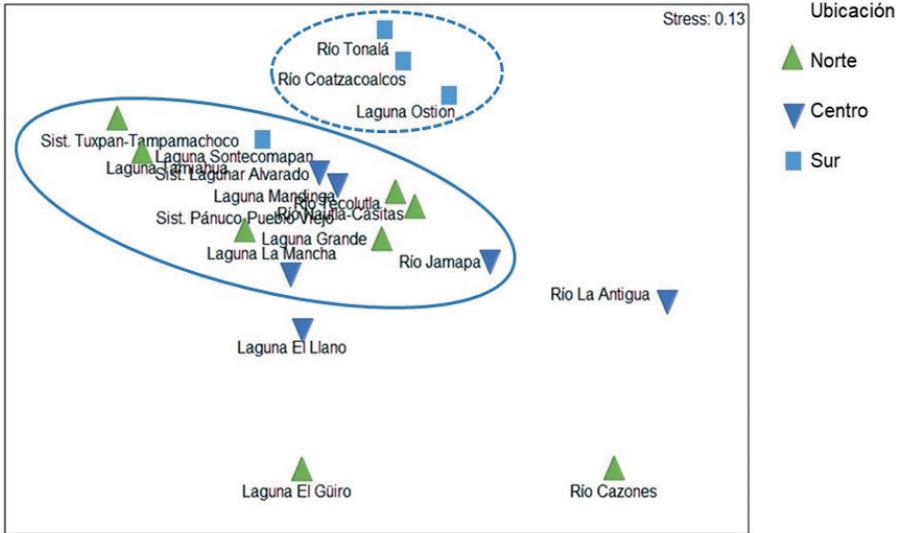


Fig. 12. Gráfico MDS que muestra el acomodo de los inventarios de especies de peces de los distintos estuarios de Veracruz. La línea continua muestra las agrupaciones con similitud entre 50 a 78%; la línea punteada presenta a los estuarios con una similitud menor de 40% a 60% este grupo agregó a los estuarios del sur de Veracruz.

#### 4.6 RIQUEZA DE ESPECIES POR CATEGORÍAS ECOLÓGICAS

Las especies marinas oportunistas fueron las más numerosas (192) seguidas de las dulceacuícolas (68), marinas migratorias (47), luego las especies estuarinas (18) y finalmente las catádromas con seis, estas últimas son de la familia Centropomidae, la representación de la riqueza de especies por categorías ecológicas se muestra en la Figura 13.

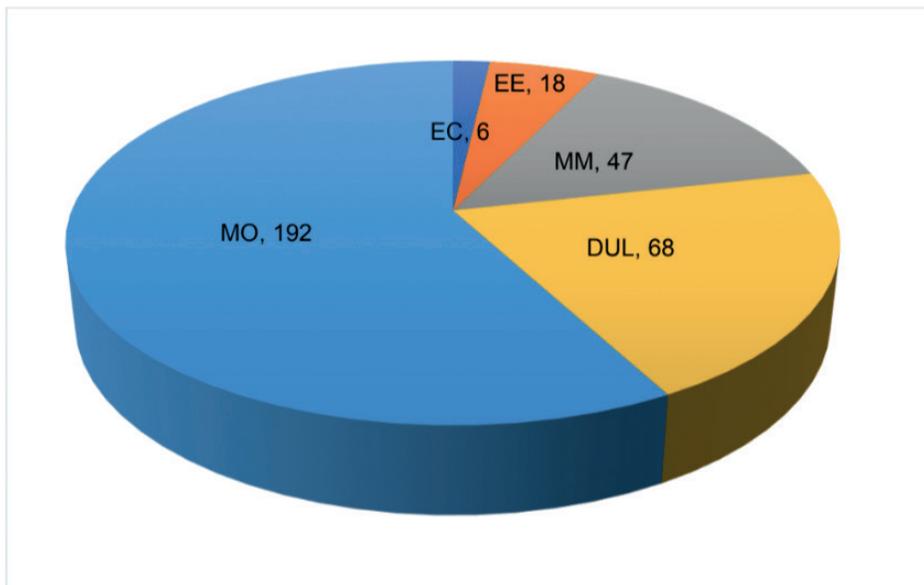


Fig. 13. Riqueza específica por categoría ecológica de las especies de peces reportados para estuarios de Veracruz. DUL, dulceacuícolas; EC, Catadromas; EE, estuarinas; MM, Marinas migratorias; MO, Marinas oportunistas.

Las especies marinas oportunistas fueron las más numerosas en el Sistema Tuxpan-Tampamachoco (141), en la Laguna de Tamiahua (97), en el Sistema Lagunar de Alvarado (48) y la Laguna de Sontecomapan (52); en el resto de los ecosistemas estuarinos se han reportado números mayores de especies marinas migratorias. Esta tendencia fue similar en la categoría de especies estuarinas, pues fueron más numerosas en los estuarios más extensos.

Las especies dulceacuícolas también se han registrado de manera constante en los ecosistemas estuarinos del estado, con riquezas específicas más altas en los estuarios como el Sistema Lagunar de Alvarado, Sontecomapan y Coatzacoalcos.

Los intervalos de especies por categoría señalan que en los Ríos Cazones y La Antigua se han registrado los números menores de especies en todas las categorías (Tabla 10).

Tabla 10. Riqueza de especies por categoría ecológica en estuarios de Veracruz. DUL, dulceacuicolas; EC, Catadromas; EE, estuarinas; MM, Marinas migratorias; MO, Marinas oportunistas.

Estuario	Categoría ecológica				
	DUL	EC	EE	MM	MO
Sistema Pánuco Pueblo Viejo	10	3	13	33	31
Laguna de Tamiahua	19	6	15	44	98
Sistema Tuxpan Tampamachoco	19	6	14	47	142
Río Cazones	6	0	4	2	2
Laguna El Güiro	6	2	6	10	2
Río Tecolutla	4	5	11	27	15
Río Nautla Estero Casitas	2	6	8	23	15
Laguna Grande	7	4	8	25	20
Laguna El Llano	1	2	8	16	12
Laguna La Mancha	6	3	12	31	22
Río La Antigua	7	0	7	6	3
Río Jamapa	8	2	10	16	13
Sistema Lagunar Mandinga	6	6	14	42	32
Sistema Lagunar Alvarado	26	5	15	44	48
Laguna Sontecomapan	18	5	14	44	56
Laguna Ostión	3	1	7	21	31
Río Coatzacoalcos	15	2	7	22	10
Río Tonalá	9	2	5	18	16
Intervalo	1 - 26	0 - 6	4 - 15	2 - 47	2 - 142

Las comparaciones estadísticas entre las composiciones por categoría ecológica no mostraron diferencias estadísticas significativas aunque el valor  $p$  general fue significativo ( $\chi^2$ ,  $p < 0.001$ ), las diferencias se ocasionaron solamente por los estuarios con los números menores de especies.

#### 4.7 ENSAMBLAJE DE ESPECIES RECURRENTES EN LOS ESTUARIOS DE VERACRUZ

En la Tabla 11 se muestran los resultados de los números de especies combinando las categorías ecológicas con la frecuencia de ocurrencia en los estuarios veracruzanos.

Las especies marinas oportunistas fueron las más numerosas (198 spp.), de estas el 72.7% ocurrieron con frecuencia muy baja, el 20% con frecuencia baja a intermedia y seis especies se presentaron en 10 o más estuarios, estas fueron *Lutjanus griseus*, *Rhonciscus crocro*, *Caranx latus*, *Selene vomer*, *Trinectes maculatus* y *Hemicaranx amblyrhynchus*, las tres últimas se han reconocido por su condición eminentemente marina.

El siguiente grupo corresponde a las especies dulceacuícolas, de las 68 especies (76.5%) se registraron en uno a tres estuarios, otras 12 con frecuencia baja, *Dajaus monticola* se ha registrado en 10 estuarios y en 12 estuarios *Poecilia mexicana*, ninguna especie de esta categoría tuvo ocurrencia muy alta.

Las especies catádromas de la familia Centropomidae estuvieron en frecuencias baja a alta, sin embargo, por el carácter migratorio de estos organismos (a excepción de *C. mexicanus* que se considera como dulceacuícola) es posible que estén submuestreados en los estuarios de Veracruz.

Las especies estuarinas tuvieron representantes en todas las categorías de frecuencia, siete de estas se presentaron en 13 o más estuarios, destacaron por su ocurrencia muy alta *Dormitator maculatus* y *Gobionellus oceanicus* en 17 estuarios, *Eleotris amblyopsis* y *Gobiomorus dormitor* en 15 estuarios, *Evorthodus lyricus* y *Gobioides broussonneti* en 14, en esta categoría se añadió a *Cathorops aguadulce* registrado en 13 estuarios. Otras dos especies *Bathygobius soporator* y *Gobiosoma bosc* ocurrieron con frecuencia alta en 11 estuarios (Tabla 11).

Tabla 11. Categorías de frecuencia de ocurrencia por categoría ecológica de las especies de peces registradas en los estuarios de Veracruz. Entre paréntesis, número de especies por categoría ecológica.

Categoría Ecológica	Frecuencia en estuarios				
	Muy baja	Baja	Intermedia	Alta	Muy Alta
Marinas Oportunistas (198)	145	24	17	2	4
Marinas Migrantes (47)	0	7	18	9	13
Especies Estuarinas (18)	2	3	4	2	7
Especies Catádromas (6)	0	1	2	2	1
Dulceacuícolas (68)	52	12	2	2	0
	198	47	43	17	25

Aunque se asume que las especies marinas migrantes forman el núcleo de especies de los ensamblajes de peces estuarinos, en este análisis se reconocieron 47 especies de esta categoría ecológica, solo siete especies estuvieron en frecuencia baja, las restantes se presentaron en más de siete estuarios y 22 de diez a más, de la familia Gerreidae en 16 se reportaron a *D. auratus* y *E. plumieri*; *D. rhombeus* y *E. melanopterus* se registraron en 15 estuarios; de la familia Sciaenidae *B. chrysoura* se registró en 14 estuarios y *B. veraecrucis* en 13, mientras que de la Familia Carangidae *O. saurus* y *S. vomer* se reconocieron también en 13 estuarios; otras especies de este grupo fueron *M. curema*, *C. spilopterus*, *A. lineatus* (15 estuarios), *A. mitchilli*, *O. beta* y *A. felis* (14 estuarios).

El grupo de especies con ocurrencia alta a mas alta se compone de dos especies dulceacuícolas, tres especies catádromas, seis especies marinas oportunistas, nueve especies estuarinas y 22 especies marinas migratorias, este grupo de especies se califica como las de más recurrencia en los estuarios de Veracruz.

Los estuarios que comparten menos especies de alta y muy alta frecuencia fueron Laguna El Güiro (similitud 49.2) y los ríos Cazones y La Antigua (similitud 47.6), en el estudio estos fueron los estuarios con las biodiversidades más bajas. Aumentó la similitud de Laguna El Llano, Río Jamapa con más de 68.7, los estuarios más sureños alcanzaron similitudes entre 73 a 78; los diez estuarios restantes presentaron parecidos mayores a 90, por ejemplo, La Mancha y Pánuco (91 y 92), Tecoluitla y Casitas (94) y las restantes mostraron parecido del 100% (Fig. 14a). Estos resultados se corroboraron en el diagrama del análisis MDS con un nivel de estrés muy aceptable (Fig. 14b).

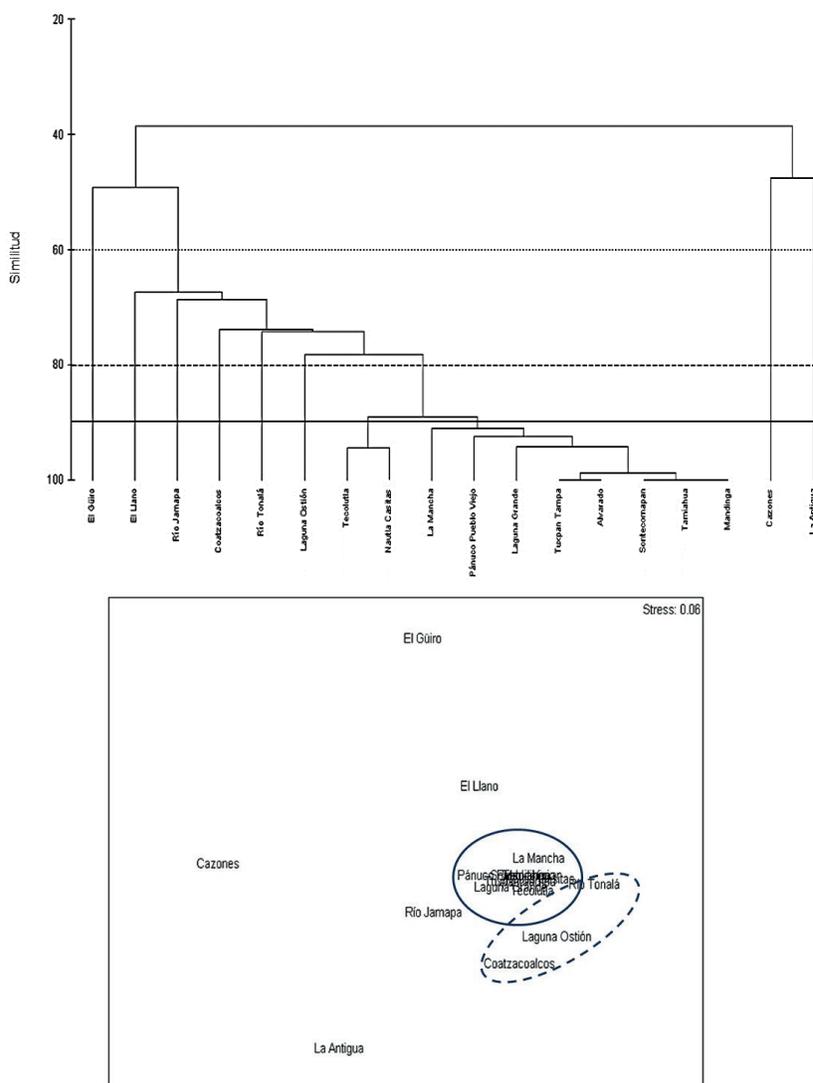


Fig. 14. a) Dendrograma de similitud mostrando la agrupación a diferentes niveles, línea continua 90 % de similitud, línea de guiones 80 % de similitud; línea punteada 60% de similitud. b) Gráfico MDS mostrando la agrupación de los estuarios veracruzanos con la mayor similitud en composición de especies de frecuencias alta y muy alta; el círculo de línea continua agrupa a 10 estuarios con similitud mayor a 90, el círculo de guiones a tres estuarios del sur de Veracruz con similitud hasta de 67.

La asociación de las especies más recurrentes se muestra en el dendrograma de la Figura 15. Los resultados demuestran las asociaciones de 16 especies entre los estuarios a un nivel mayor del 90% como *C. parallelus* y *D. rhombeus*, *E. amblyopsis* y *E. melanopterus*, *Arius felis*, *Opsanus beta* y *B. chrysoura*, otra asociación fue la de *C. aguadulce* y *B. veraecrucis*, de *C. pectinatus* con *H. amblyrhynchus*, los niveles de asociación se dieron a partir de la co-ocurrencia en 14 a 17 estuarios; en asociación de 94% se relacionaron *G. oceanicus* con *E. plumieri*, *D. maculatus* con *M. curema*, a 93 % *D. auratus* y *G. dormitor*, las siguientes especies a 93 %: *A. lineatus*, *C. spilopterus* y a 92% *Lutjanus griseus*, *O. saurus* y *A. mitchilli*.

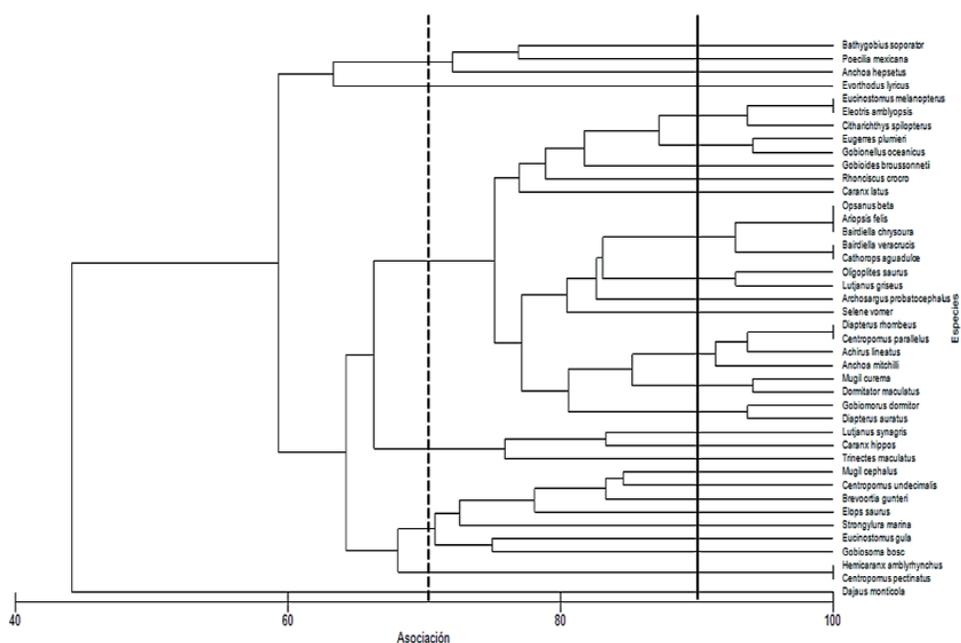


Fig. 15. Dendrograma de asociación entre las especies de frecuencias muy alta y alta en los estuarios de Veracruz. La línea continua vertical representa un corte al nivel de asociación de 90% o más; la línea punteada vertical representa un corte al nivel de asociación de 70%.

Siete especies más se reunieron a los grupos formados por las especies anteriores a niveles de asociación entre 80 a 89%, *C. undecimalis*, *M. cephalus*, *C. hippos*, *L. sinagris*, *B. gunteri*, *A. probatocephalus* y *G. broussonneti*.

Las 19 especies restantes se asociaron a niveles de 79% como *S. vomer* y los mínimos para *E. lyricus* y *D. monticola* (63 y 44%).

En la Tabla 12 se comparan los registros de las 42 especies con recurrencia alta y muy alta definidas en este estudio, respecto a las ocho especies mencionadas por Lara-Domínguez et al. (2011), quienes además señalan que 38 especies, sin especificar cuáles,

se encuentra en 10 o más estuarios veracruzanos, coinciden *Ariopsis felis* (14 estuarios), *Caranx hippos* (11 estuarios), *Centropomus undecimalis* (14 estuarios), *Diapterus auratus* (14 estuarios), *Lutjanus synagris* (11 estuarios), *Mugil cephalus* y *Mugil curema* (12 y 15 estuarios respectivamente), *Archosargus probatocephalus* (12 estuarios).

También hay coincidencia con 21 de las especies con mayor recurrencia para estuarios del Golfo de México reportadas por Reséndez-Medina y Kobelkowski (1991), con excepción de *H. sabinus* y *S. scovelli*, las especies recurrentes de los estuarios veracruzanos rebasan la frecuencia mostrada en ambas publicaciones, además se agregaron otras 20 especies no consideradas en las publicaciones referidas.

Tabla 12. Especies recurrentes en estuarios del Golfo de México (Reséndez-Medina y Kobelkowski-Díaz 1991), para Veracruz por Lara-Domínguez et al. (2011) y este estudio; el arreglo de las especies corresponde al mayor número de registros en estuarios de Veracruz con base en este estudio. Las especies marcadas con \* se agregaron considerando su ocurrencia en estuarios del Golfo de México por Reséndez-Medina y Kobelkowski-Díaz (1991).

Especie	Este estudio	Reséndez-Medina y Kobelkowski-Díaz 1991	Lara-Domínguez et al. 2011
<i>Dormitator maculatus</i>	17	----	----
<i>Gobionellus oceanicus</i>	17	13	----
<i>Diapterus auratus</i>	16	12	14
<i>Eugerres plumieri</i>	16	12	----
<i>Mugil curema</i>	16	12	15
<i>Citharichthys spilopterus</i>	16	12	----
<i>Achirus lineatus</i>	16	13	----
<i>Centropomus parallelus</i>	15	12	----
<i>Eleotris amblyopsis</i>	15	----	----
<i>Gobiomorus dormitor</i>	15	----	----
<i>Diapterus rhombeus</i>	15	13	----
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	15	13	----
<i>Evorthodus lyricus</i>	14	----	----
<i>Gobioides broussonnetii</i>	14	----	----
<i>Anchoa mitchilli</i>	14	12	----
<i>Ariopsis felis</i>	14	11	14
<i>Opsanus beta</i>	14	11	---
<i>Bairdiella chrysoura</i>	14	12	----
<i>Lutjanus griseus</i>	14	----	----
<i>Rhonciscus crocro</i>	14	----	----
<i>Cathorops aguadulce</i>	13	11	----
<i>Oligoplites saurus</i>	13	12	----
<i>Bairdiella veraecrucis</i>	13	----	----
<i>Caranx latus</i>	13	----	----

<i>Selene vomer</i>	13	12	----
<i>Poecilia mexicana</i>	12	----	----
<i>Centropomus undecimalis</i>	12	11	14
<i>Caranx hippos</i>	12	----	11
<i>Archosargus probatocephalus</i>	12	12	12
<i>Mugil cephalus</i>	12	12	12
<i>Bathygobius soporator</i>	11	12	----
<i>Gobiosoma bosc</i>	11	----	----
<i>Strongylura marina</i>	11	----	----
<i>Trinectes maculatus</i>	11	----	----
<i>Dajaus monticola</i>	10	----	----
<i>Centropomus pectinatus</i>	10	----	----
<i>Elops saurus</i>	10	11	----
<i>Brevoortia gunteri</i>	10	----	----
<i>Anchoa hepsetus</i>	10	----	----
<i>Lutjanus synagris</i>	10	----	11
<i>Eucinostomus gula</i>	10	----	----
<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	10	----	----
<i>Hypanus sabinus*</i>	9	12	----
<i>Syngnathus scovelli*</i>	9	11	----

---

## ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

En este escrito se aporta el primer inventario general de los peces que usan los estuarios de Veracruz considerando que la información disponible presenta diferencias metodológicas y temporales.

Sin duda que es válido disentir cuando se presenta algún tipo de información biológica y ecológica, pero en este caso es evidente que la información disponible sobre los estuarios de Veracruz, de las especies y ensamblajes de peces que los ocupan no es tan abundante, es un hecho que varios estuarios del estado se conocen mejor que otros y esto también se reflejó en la información disponible. Como ejemplo, pocos inventarios presentan información sobre abundancia, biomasa y frecuencia de ocurrencia, también son menos los que presentan información hidrológica o de otras variables físicas, químicas y biológicas.

Por lo anterior, este escrito no es un trabajo acabado, esta aportación debe verse como una invitación a refinar esta información por quienes tengan interés en este grupo de organismos y sus fascinantes interacciones con los estuarios.

Para la confección del listado de especies se mantuvo el criterio de incluir a todas las especies registradas en las publicaciones, sin embargo, surgieron dudas sobre el registro de varias, por ejemplo, en el trabajo de Reséndez-Medina y Kobelkowsky-Díaz (1991) anotan a *Hipsoblennius lenta*, *Antennarius scabrosus*, *Cichlasoma montezumae*, *Caranx fuscus* (posiblemente *Caranx fuscus* Geoffrey Saint Hilaire 1817 ahora *Caranx crysos* Mitchill, 1815), denominaciones inexistentes que seguramente responden a equívocos mecanográficos.

Para mantener a algunas especies en el inventario se siguieron criterios taxonómicos y puntos de vista experto como el caso, aún polémico, de *Cathorops melanopus* (Gunther, 1864) que se substituyó por *Cathorops aguadulce* como la especie residente en la región; *C. melanopus* corresponde a una especie de distribución centroamericana, por lo que Marceniuk y Betancur (2008) indican que los reportes previos de *C. melanopus* de México son erróneos.

Otras especies reportadas, como *Eleotris abacurus* es de situación taxonómica incierta, reportada en Castro-Aguirre et al. (1999) no es reconocida en Fishbase, que ofrece como alternativa a *Afurcagobius suppositus* (Sauvage, 1880) reportada para Australia. Otro caso sucede con *Gobiosoma hemigygnum* (Eigenmann & Eigenmann, 1888) que se reporta con distribución restringida en el sur de América; *Anchoa lamprotaenia* Hildebrand, 1843, se reporta solamente para la zona del Caribe, norte de Yucatán, Centroamérica y norte de Sudamérica.

Otros cambios taxonómicos que deben consignarse con base en lo publicado por Robertson et al. (2019), son la reasignación por Last et al. (2016) de *Dasyatis americana* Hildebrand & Schroeder, 1928 y *D. sabina* (Lesueur, 1824) a *Hypanus americanus* (Lesueur, 1824) e *H. sabinus* (Hildebrand & Schroeder, 1928) respectivamente.

*Gymnura micrura* (Bloch & Schneider, 1801) cambió a *G. lessae* Yokota & Carvalho 2017; Yokota y Carvalho (2017) separaron a *G. micrura* en dos especies, nombraron *G. lessae* a la población del Golfo de México y señalaron que *G. micrura* se restringe a la costa de América del Sur.

*Antennarius striatus* (Shaw, 1794) se asignó a *A. scaber* (Cuvier, 1817), se pensaba que *A. striatus* representaba a una sola especie pantropical, sin embargo, la población del Atlántico occidental se reconoció como *A. scaber* por Arnold y Pietsch (2012) y Smith-Vaniz y Jelks (2014).

Tavera et al. (2018) reasignaron a *Pomadasys crocro* (Cuvier, 1830) como *Rhonciscus crocro* (Cuvier, 1830); recientemente Díaz-Ruiz et al. (2023) publicaron el registro de *Pomadasys ramosus* (Poey, 1870), este es el único reporte para esta especie en el estado cuya distribución se cita principalmente para América Central y Brasil.

*Bairdiella ronchus* (Cuvier, 1830) cambió a *Bairdiella veraecrucis* Jordan & Dickerson, 1908, Marceniuk et al. (2019) revisaron este género e hicieron la resurrección de *B. veraecrucis* para denominar a la población del Golfo de México, además argumentan que *Bairdiella ronchus* presenta una distribución restringida a América del Sur.

Sobre *Eleotris pisonis* (Gmelin, 1789) se cambió a la especie *Eleotris amblyopsis* (Cope, 1871), con base en la revisión del género de Pezold y Cage (2002), quienes señalan que la distribución de *E. pisonis* se restringe al Este de América del Sur, en contraste, *Eleotris amblyopsis* se ha colectado ampliamente en el área de estudio.

Robertson et al. (2019) hacen una discusión interesante sobre la sinonimia entre *Membras vagrans* y *M. martinica*, argumentando que existe un solapamiento completo entre las distribuciones geográficas de ambas especies; se recuperaron registros de *M. vagrans* en Pánuco-Pueblo Viejo, Tamiahua, Tuxpan-Tampamachoco, El Güiro, Mandinga, Alvarado y Sontecomapan, coincidiendo con *M. martinica* en cuatro de los siete estuarios (las excepciones fueron Pueblo Viejo, El Güiro y Mandinga), por lo que se mantuvieron los registros de ambas especies.

Se considera que colectas futuras refinarán los registros de las especies aquí citadas y aumentará la biodiversidad íctica para el estado, por ejemplo en este caso *Thorichthys callolepis* (Regan, 1904) es una especie que se ha registrado para el estero de Arroyo Moreno (Chávez-López et al. 2023), pero no hay registros para el Sistema Lagunar de Mandinga u otros estuarios cercanos.

*Ophisternon infernale* (Hubbs, 1938) de Yucatán, México, es una especie hipogea, los adultos habitan en cuevas (Proudlove 1997), para Alvarado se reconoce a *O. aenigmaticum* a partir del registro único de Reséndez-Medina (1973), esta especie se distribuye en la vertiente atlántica en México, Guatemala y Cuba (Kullander 2003; FishBase, 2023).

*Mugil gaimardianus* Desmarest, 1831, ahora *Mugil rubrioculus* Harrison, Nirchio, Oliveira, Ron y Gaviria 2007, es una especie con presencia posible para la región, se ha reportado para las lagunas costeras de Tamiahua, Mandinga, Alvarado y Sontecomapan, parece necesario revisar las colectas futuras de mugilidos para distinguirla de *Mugil curema* (Harrison et al. 2007).

Robertson et al. (2019) señalan que *Cynoscion jamaicensis* (Vaillant & Bocourt, 1883) se restringe solamente desde el norte de Honduras hasta América del Sur (Fredou y Villwock de Miranda 2015), esta especie no tiene registros en México (Castro-Aguirre et al. 1999), por lo que se considera que los registros de esta especie corresponden a alguna de las especies del género *Cynoscion* que se han identificado plenamente en la región.

Estos resultados están lejos de ser concluyentes, sin duda que deben existir registros individuales de especies e inventarios de especies que no se han publicado, sobre todo en documentos calificados como “literatura gris”; por otro lado, hay reportes únicos por lo mismo valiosos, de estuarios como Coatzacoalcos y Tonalá que se publicaron hace 35 años sin que a la fecha se hayan actualizado.

Es pertinente reconocer que la mayoría de los estudios sobre los estuarios de Veracruz se han realizado por Instituciones de Educación Superior, sin interés ni esfuerzo alguno por parte de los diferentes niveles de gobierno, un ejemplo claro es que solo hay un área estuarina protegida a nivel estatal en los 745 Km de zona costera del estado.

Por lo anterior, debe mantenerse el esfuerzo de recuperar tanto los registros individuales de especies como los trabajos que contengan inventarios de especies, revisando la información y creando colecciones de referencia para apoyar la identificación precisa de las especies, además de evitar y corregir errores en las actualizaciones futuras.

La región del Golfo de México correspondiente a nuestro país está considerada de alto valor en riqueza de especies de peces asociados a estuarios (Harrison y Whitfield 2022), estos autores señalan que su composición mantiene una similitud alta con los grupos de peces del norte del Mar Caribe y las grandes Antillas comparada con la región norte del Golfo de México, la península de Florida y la región de las Carolinas.

Las 331 especies de peces asociadas a los estuarios veracruzanos de nuestro análisis difieren del intervalo de riqueza promedio estimada de 221 a 229 especies para las ecoregiones propuestas por Harrison y Whitfield (2022). Estos autores sugieren que las diferencias entre el norte y el sur del Golfo de México son causadas por el clima, señalando que los estuarios del litoral veracruzano se clasifican como hábitats riverinos costeros tropicales, apuntan que sin excepción los estuarios tropicales son más diversos y ricos en especies que los estuarios templados ubicados en el mismo continente.

Pérez-Hernández y Torres-Orozco (2000) mostraron que la riqueza de especies de 13 lagunas costeras del Golfo de México se relacionó positivamente al número de estudios y número de inventarios publicados más que a otras variables ambientales, esta tendencia se corroboró en este estudio y es importante tenerlo en mente para evitar generalizaciones inapropiadas.

Porque es un hecho que se han realizado menos estudios para estuarios de geomorfología de tipo valle de río inundado como los ríos Tecolutla, Cazonas, Nautla, La Antigua, Jamapa, Coatzacoalcos y Tonalá, de los que cuando mucho se ha publicado algún inventario de especies o bien publicaciones de registros puntuales de especies, la mayor

parte de información sobre estos estuarios proviene de lo recopilado por Castro-Aguirre et al. (1999), Obregón-Barboza (1990), Lozano-Vilano et al. (1993) y Obregón-Barboza et al. (1994).

Un caso que ilustra lo anterior fueron los registros presentados por Castro-Aguirre et al. (1999) para la localidad de Gutiérrez Zamora, de *Pristis pectinata*, *Carcharinus isodon* y *Leiostomus xanthurus*, que se agregaron al río Tecolutla por ser este la única vía de agua que fluye por esta localidad y se comunica al océano; lo mismo sucedió para los estuarios con comunicación obstruida estacionalmente, muchos de estos ni siquiera son considerados en los listados geográficos de estos ecosistemas a nivel estatal y nacional.

Laguna El Llano y Laguna El Güiro fueron las lagunas costeras con los registros de biodiversidad menores, ambas se aíslan temporalmente y reflejan la influencia de la interrupción del intercambio de masas de agua durante la temporada fría del año. Al respecto, Edwards et al. (2023) señalan que los estuarios que se cierran estacionalmente o de apertura efímera lo hacen cuando disminuyen los volúmenes continentales de agua dulce, en la costa de Veracruz este proceso hidrológico se combina con el cambio estacional de las corrientes marinas litorales predominantes.

En los estuarios de comunicación obstruida o “ciegos”, las presiones ambientales para los peces se agudizan cuando se reanuda el intercambio de agua dulce y marina, estos autores indican que suceden pérdidas rápidas en la capa oxigenada de la columna de agua además de cambios de salinidad abruptos que pueden ocasionar la muerte de los peces y pueden ser obstáculos temporales para la ocupación de los hábitats estuarinos por las especies marinas, lo que explicaría parcialmente la pobreza de especies en esta clase de estuarios.

En contraste, los estuarios con comunicación permanente al océano presentan como rasgo común una dinámica compleja debido a la influencia del oleaje, los períodos mareales y los patrones continuos de mezcla de aguas dulces y saladas, lo que permite la conformación de mosaicos de hábitats que son favorables, periódicos, pero constantes para los organismos, a un nivel tal que funcionan como hábitats para la crianza de peces en estadios larvales y juveniles (Vanalderweireldt et al. 2019).

Vasconcelos et al. (2015) señalan que precisamente la estabilidad hidrológica estuarina explica las diferencias en la riqueza de especies de peces, aunado a las fuentes permanentes de producción primaria y los patrones constantes de variables físicas como la temperatura.

También apuntan que la riqueza de especies se incrementa cuando es mayor la superficie estuarina y la superficie cubierta por hábitats con función clave como los manglares y la vegetación sumergida; con este resumen se aportan pautas que explican la diferencia en el número de especies de peces entre los estuarios veracruzanos.

Con la información presentada, se asume que no todos los estuarios de Veracruz tienen una conexión libre y permanente al mar, aquí se enlistó la ubicación de dos decenas

de estuarios que entre diciembre y mayo quedan aislados del mar por la ocurrencia de una berma arenosa, esto contrasta con la afirmación hecha desde Lankford (1977) quien afirmó que este tipo de estuarios se restringen a las zonas áridas y semi-áridas del noroeste de México, esta propuesta se ha mantenido de manera equivocada hasta tiempos recientes (Arreola-Lizárraga et al. 2018).

Aunque estos estuarios son raros, McSweeney et al. (2017) cuantificaron que el 3% de los estuarios del mundo tienen este comportamiento periódico, esporádico o impredecible; apuntan que en nuestro país presentan superficies de 2 a 100 Km<sup>2</sup>, ocurren en zonas con patrones micromareales, con patrones lluviosos estacionales bien definidos y demuestran una gran influencia de las corrientes marinas que se encargan de la dinámica del depósito de sedimentos en la boca estuarina (Baldock et al. 2008), tal como sucede en varias localidades del litoral veracruzano.

Con esta información, queda manifiesta la importancia de investigar a los estuarios de boca obstruida, que por sus dimensiones pueden ser estudiados a menor costo y por su comportamiento ambiental son verdaderos laboratorios naturales para indagar procesos de tolerancia fisiológica, la influencia de los cambios súbitos de la salinidad en los variación de procesos poblacionales de la biota a corto y mediano plazo, la influencia de la hidrología en las propiedades de las comunidades y de los ecosistemas, además, de acuerdo a los pronósticos, de continuar los efectos del cambio climático la zona costera tendería a presentar una mayor superficie estuarina con este comportamiento ambiental.

Regresando al contexto taxonómico, en este trabajo se reportan 331 especies en los estuarios del estado, respecto a referencias previas, las riquezas de especies reportadas son contrastantes, Bedia-Sánchez y Franco-López (2008) indicaron que se han reportado más de 500 especies de peces en ecosistemas costeros de Veracruz, sin embargo, el 5% de estas no tienen alguna referencia efectiva que avale su presencia en las costas o estuarios del estado.

Lara Domínguez et al. (2011, Apéndice VIII.41) indican la presencia de 478 especies para diversos ambientes costeros del estado de Veracruz, esta información incluye inventarios de la zona litoral y del Sistema Arrecifal Veracruzano, esta biodiversidad se ubicó en 101 familias, en nuestro estudio se compilaron 85 familias y se agregaron 105 especies para el inventario de peces estuarinos de Veracruz que no están en el reporte de 2011; la diferencia en estos números indica una posible subestimación de la información estuarina, tan solo Robertson et al. (2019) publicaron un listado de más de 470 especies para el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

Incluso comparando con el trabajo de Mercado-Silva (2011, Apéndice VIII.40) de las 143 especies de hábitats dulceacuícolas citadas ahí, coinciden más de 80 especies compiladas en este reporte, llama la atención que solo 41 de estas corresponden a especies dulceacuícolas secundarias o periféricas de acuerdo con la clasificación ecológica usada en ese estudio.

Del listado de Mercado-Silva, más de 40 especies son de origen marino, alguna como el tiburón toro *Carcharinus leucas* es reconocida por su capacidad de ocupar hábitats dulceacuícolas, 20 especies corresponden a especies marinas oportunistas y otras tantas a especies marinas dependientes estuarinas; con estos datos también es necesaria una compilación de la ictiofauna dulceacuícola del estado, además en nuestro listado se presentan especies introducidas y otras calificadas como invasoras.

Con esta base, aquí reportamos 68 especies eminentemente de origen dulceacuícola, sin incluir a las que son migratorias como las de la familia Centropomidae; este número de especies corresponde al 47.5% de las especies del estado y al 13.4% de las 506 especies reconocidas en hábitats dulceacuícolas del país (Mercado-Silva 2011).

Numéricamente, en la estimación sobre la riqueza de especies de peces en 13 lagunas del Golfo de México elaborado por Reséndez-Medina y Kobelkowski-Díaz (1991), reconocieron 76 familias, 178 géneros y 318 especies, de este inventario 188 especies se reportan para nueve estuarios veracruzanos: Pueblo Viejo, Tamiahua, Tuxpan-Tampamachoco, Laguna Grande, Laguna La Mancha, Sistema Lagunar de Mandinga, Sistema Lagunar de Alvarado, Sontecomapan y Laguna del Ostión, este conjunto coincide en el inventario de las 331 especies para el estado de Veracruz; sin duda que el incremento de los esfuerzos de investigación contribuirán a lograr conteos de biodiversidad más precisos, por ejemplo Ramos-Miranda et al. (2010) reportan una biodiversidad de 356 especies de 107 familias solamente de especies marinas y estuarinas para las costas del estado de Campeche.

Respecto a la distintividad taxonómica, los valores de  $\Delta+$  fueron más bajos que el promedio esperado para todas las lagunas, 17 de estas exhibieron valores con diferencia significativa (por debajo de límite inferior del intervalo de 95% de confianza), el único estuario que se aproximó al promedio taxonómico fue el Sistema Tuxpan-Tampamachoco, lo que refleja el efecto de la gran riqueza de especies y taxones de este ensamblaje.

Los valores de  $\Lambda+$  son cercanos al promedio esperado para este tipo de ecosistemas, entonces se asume que los árboles taxonómicos de muchos estuarios de Veracruz tienen un arreglo más o menos similar, aquellos estuarios con números bajos de especies están formados por un número grande de familias monoespecíficas.

En ambos casos los resultados son similares a los que obtuvieron López-Herrera et al. (2021), cuando estimaron estas medidas con 115 especies de peces marinos de lagunas costeras del Golfo de México.

Con alguna ligereza en esta publicación se retoma a Sosa-López et al. (2005), quienes demuestran que las variaciones en estos índices medidos en los ensamblajes de peces se asocian a procesos de degradación ambiental en Laguna de Términos, a partir de esta publicación se hace una generalización poco fundamentada que este tipo de resultados son ocasionados por impactos ambientales antrópicos sin tener inventarios precisos de las fuentes de perturbación artificial por estuario, que por supuesto suceden pero no están cuantificadas ni se han establecido sus efectos sobre las comunidades bióticas.

Por otro lado, se ha ponderado a las especies marinas que usan los estuarios como un indicador generalizable de las cualidades de las comunidades estuarinas y que sus variaciones pueden señalar respuestas a impactos ambientales, a nivel nacional no hay trabajos que demuestren estas propiedades soslayando a las otras categorías ecológicas de peces.

La comparación de la similitud de los ensamblajes de especies agrupó con mayor parecido a los sistemas lagunares y estuarios que presentan más de 90 especies, así como sucedió con la diversidad taxonómica, de nueva cuenta los estuarios con las riquezas de especies menores mostraron una similitud menor, en esta información se manifestaron dos tendencias: una, que no suceden gradientes geográficos de la riqueza de especies, la segunda, se respalda la posibilidad que los estuarios albergan riquezas de especies más bajas respecto a las lagunas costeras, pero al respecto se debe considerar que han sido menos estudiados y los métodos de colecta pueden no ser tan comparables.

La composición de los ensamblajes de peces estuarinos reflejan la conectividad simultánea a la cuenca de agua dulce y su combinación con otras influencias terrestres, a los patrones atmosféricos y por supuesto con los ecosistemas marinos; para muchos procesos los estuarios pueden considerarse como ecosistemas con interfases físicas y químicas múltiples. En esta combinación de características ambientales destacan los intercambios hidrológicos y su mezcla, que son determinantes para la colonización y utilización de organismos con diferentes niveles de tolerancia fisiológica (Nicolas et al. 2010).

Por ejemplo, Whitfield (2015) y Harrison y Whitfield (2022) han insistido sobre la poca capacidad fisiológica de las especies dulceacuícolas para ocurrir en los estuarios, es posible que subestimen la riqueza de especies de esta categoría ecológica, porque pasan por alto la influencia de los niveles de descarga continental de agua dulce enlazada al régimen pluvial regional, Veracruz es un buen ejemplo porque entre las cuencas del río Pánuco y la del río Tonalá se ubican cuencas hidrológicas de las más importantes del país, como las de los ríos Pánuco, Tuxpan, Jamapa, Papaloapan, Coatzacoalcos y Tonalá con sus respectivos estuarios, que en conjunto vierten 124,000 hm<sup>3</sup>/año de agua dulce al Golfo de México.

Además de esta condición, la variedad de estuarios con diferentes tipologías y conectividad al mar de la región veracruzana influyen para que suceda una amplia variedad de hábitats que pueden ser ocupados por especies marinas y dulceacuícolas, una muestra de esto es que de las familias más comunes en los estuarios veracruzanos están las de peces dulceacuícolas como Cichlidae y Poeciliidae, familias con especies dulceacuícolas, estuarinas y marinas como Gobiidae, estas en conjunto reúnen casi el 20% de la riqueza específica en el estado, complementadas por familias marinas comunes de los estuarios del Golfo de México como Sciaenidae, Carangidae, Lutjanidae, Cyclopsettidae y Gerreidae con riquezas específicas comparables, la composición de esta biodiversidad íctica refleja la influencia de las escorrentías dulceacuícolas que descargan en esta zona del Golfo de México y contrasta lo señalado con las composiciones ecológicas definidas como características para la mayoría de estuarios y regiones del mundo.

Esta composición de categorías ecológicas y familias coincide en general con lo reportado por Lara-Domínguez et al. (2011) y Résendez-Medina y Kobelkowsky-Díaz (1991), en los estuarios de Veracruz se cumple con una de las premisas de Whitfield et al. (2012) quienes señalan que los ensamblajes de peces estuarinos están dominados por especies marinas con dependencia estuarina y marinas oportunistas, la única excepción sucedió en Laguna El Güiro, en este estuario lo impredecible de su conectividad al océano ha permitido la prevalencia de familias y especies que no corresponden a estas categorías ecológicas (Chávez-López et al. 2023).

Abarca-Arenas et al. (2012) realizaron una aproximación biogeográfica, señalando la presencia de 508 especies de peces marinos como parte de la fauna costera de Veracruz, en esta cuenta incluyeron información de nueve lagunas costeras del estado: Pueblo Viejo, Tamiahua, por separado Tuxpan y Tampamachoco, Tecolutla, Casitas, Laguna Grande, Laguna La Mancha, Laguna Mandinga, Sistema Lagunar de Alvarado, Sontecomapan y Laguna Ostión, que se integra a la información de la vasta zona arrecifal asentada en el litoral estatal, las diferencias entre el numeroso grupo marino que reportan respecto al inventario de especies “estuarinas” aquí enlistado, recae en la especies dulceacuícolas y de familias estuarinas, con esta base se infiere que los estuarios de Veracruz son utilizados por cerca del 50 % de las especies marinas de la región.

En general la biota veracruzana se enfrenta a las repercusiones de los conflictos de la humanidad con la naturaleza, en la zona costera del estado enseguida señalamos algunos que repercuten en las cualidades de los ensamblajes de peces de los estuarios del estado.

Un primer caso, es que entre las especies enlistadas encontramos a varias especies introducidas que desde hace varias décadas se han integrado a los ensamblajes ícticos a partir de actividades de producción acuícola en las corrientes de agua dulce que colindan en las zonas altas de los estuarios.

La presencia de especies de peces introducidas e invasoras son fuente de riesgo ambiental para la fauna íctica nativa, Amador-del Ángel y Wakida-Kusunoki (2014) reportaron para el estado vecino de Tabasco a diez especies de peces exóticos e invasores en sus cuencas dulceacuícolas, seis especies son de la familia Cichlidae también reportadas en los estuarios de Veracruz, cuatro son de origen africano: *Oreochromis niloticus*, *O. aureus*, *O. mossambicus*, *Coptodon rendalli* a estas se agrega *Coptodon zilli*, todas introducidas para cultivo, también reportan dos especies nativas de América Central: *Parachromis managuensis* que al parecer ha extendido su ámbito de distribución geográfica (Del Moral et al. 2020) y *Parachromis motaguensis* (Gunther 1867) que no está registrada en Veracruz, además de una o dos especies de la familia Loricariidae de origen sudamericano: *Pterygoplichthys pardalis* y *P. disjunctivus*, cuya ocurrencia se considera como un riesgo ambiental crítico (Schmitter-Soto et al. 2014; Amador-del Ángel y Wakida-Kusunoki 2014).

También se encontró un registro de *Poecilia reticulata* Peters, 1858 para el Sistema Lagunar de Mandinga que es dudoso por la baja tolerancia de esta especie a las aguas salobres, por esta razón no se incluyó en nuestro inventario de peces estuarinos, pero no se descarta su presencia en las zonas limnéticas vecinas.

Estos registros deben tomarse con atención porque las especies invasoras son consideradas como la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel global después de la pérdida de hábitats e históricamente son la primera causa de cambio global por actividades humanas; los efectos que provocan en la biota nativa suceden por diferentes mecanismos como la hibridación, la competencia directa por alimento y el espacio, la destrucción de sustratos de anidación, la depredación de huevos y larvas, la alteración del hábitat de las especies nativas, el desplazamiento de especies nativas, la alteración de la estructura de los niveles tróficos, la resuspensión de sedimentos y turbidez en la columna de agua, la modificación de los ciclos de los nutrientes, además de la introducción y transmisión de parásitos y enfermedades (IMTA 2007; Amador-del Ángel y Wakida-Kusunoki 2014).

La contaminación por sustancias químicas en los estuarios de Veracruz es otra amenaza latente para la integridad de estos ecosistemas acuáticos, Vázquez-Botello et al. (2020) reportan que hay una variedad importante de descargas de agua contaminada por actividades humanas en esta zona costera, en tres de las lagunas costeras más extensas (Tampamachoco, Mandinga y Alvarado) los niveles de nutrientes permiten calificarlas de estados normales hasta la eutroficación; pero destacan la presencia de PAHs de alta toxicidad como antraceno, criseno y naftaleno, también de hidrocarburos clorinados como DDT, lindano y endosulfán, además de metales como Cr, Pb, Ni, Cd y V, estos contaminantes son de cuantificación reciente lo que sugiere que es necesario profundizar sobre sus niveles precisos y los posibles efectos de magnificación y toxicidad en las mallas tróficas en las que participan los peces.

Veracruz es uno de los estados con mayor cobertura de mangle a nivel nacional y de esta formación vegetal no sobra resaltar su importancia como zona de crianza, alimentación y protección para la fauna íctica estuarina, sin embargo, hoy en día la tendencia es que la superficie de esta formación vegetal tienda a la disminuir.

En una cronología breve, desde 1976 se registraron 44,820 Ha de manglar que para 2015 se redujeron a 38,311 y de estas 1,740 están en condición de perturbación (Valderrama-Landeros et al. 2017), estas presiones generadas por el cambio de uso del suelo amenazan a este hábitat clave.

Por ejemplo, la zona intermunicipal de Boca del Río-Medellín-Veracruz Puerto sigue creciendo demográficamente y su vocación a la urbanización continúa 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.

Cabrera-Mendoza (2009, en Aldeco et al. 2015) estimó entre los años 1985 y 2005, una tasa anual de deforestación del bosque de mangle en el Sistema Lagunar Costero de Mandinga (SLM) de 2.94%, que corresponde a una pérdida de 4.1 Ha/año; a partir de un análisis con imágenes satelitales, Buendía-Buendía et al. (2021) mostraron que entre los años 2000 a 2020 disminuyó la superficie cubierta por manglares de 667 a 560 Ha, a una tasa de deforestación del 1.02%; lo mismo sucedió con la vegetación de duna costera que bordea al SLM, que disminuyó de 2,399 a 1,876 Ha, con una tasa de pérdida de -1.44% que se ha sustituido por asentamientos humanos, este es un contraste considerable porque las coberturas de vegetación antrópicas muestran que los pastizales cultivados ganaron una superficie de 2,103 Ha y al mismo tiempo ha ocurrido un aumento de 1,483 Ha cubiertas por asentamientos humanos urbanos.

Respecto a la propuesta de los objetivos de desarrollo sustentable para el 2030 (ODS 2030), estas disminuciones ignoran el aprecio por el servicio de la vegetación de manglar y la vegetación acuática sumergida en el SLM como depósitos o sumideros de carbono, un hecho sobresaliente es que los manglares ocupan solo el 0.5 % de la superficie costera mundial, pero contribuyen entre el 10 y el 15 % (24 Tg C año<sup>-1</sup>) del almacenamiento de carbono en los sedimentos costeros y exportan entre el 10 y el 11 % del carbono terrestre particulado al océano (Sjögersten et al. 2021).

Esta función ecológica es un medio para promover la conservación, la restauración de esta vegetación y a la vez contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (Smith et al. 2019). La pérdida de esta vegetación estuarina genera pérdidas potenciales de carbono de 90 a 970 Tg C/año, que rebasan las tasas estimadas de almacenamiento de carbono que son capaces de procesar (Alongi 2014; Herrera-Silveira et al. 2016).

Como sucede en el área protegida estatal Arroyo Moreno y el SLM, la perturbación ocasionada por actividades humanas ha afectado a esta vegetación, fragmentándola a algunos remanentes confinados, otro caso similar sucede en la Laguna de Sontecomapan (Hernández-Gaona et al. 2020). Además la pérdida de hábitats con vegetación acuática se considera como la mayor presión que resulta de las distintas actividades humanas e incrementa las presiones sobre el funcionamiento natural de los estuarios alrededor del mundo (Chust et al. 2009).

Otra tarea pendiente es determinar los efectos de los procesos antrópicos sobre los pastos sumergidos, de los cuales también se desconoce su cobertura, estructura y su dinámica natural; en un estudio de largo plazo, Rivera-Guzmán et al. (2014), demostraron el efecto de las actividades humanas en la disminución de los pastos sumergidos de los estuarios de Casitas, Tuxpan-Tampamachoco, Laguna Grande y el Sistema Lagunar de Alvarado.

A lo anterior se debe reconocer que se ignora como influye la variación de la abundancia y cobertura de la vegetación acuática sobre los patrones ecológicos de la

ictiofauna de estos hábitats, esta es una brecha que ya genera consecuencias negativas para los procesos de conservación que aún no inician, es claro que la planificación de la gestión de la naturaleza debe ser desarrollada en contextos espaciales locales y regionales que integren a los elementos ambientales y sus beneficios, porque el bienestar humano depende en gran medida de servicios que son provistos por la biodiversidad y los ecosistemas (IPBES 2019), pero estas contribuciones son poco consideradas y reconocidas, difíciles de dimensionar en sus diferentes niveles (genes, especies y ecosistemas) y en el tiempo. Esta es una de varias razones por las que las sociedades humanas actuales no hemos incluido a la Naturaleza como elemento estratégico de la planeación del desarrollo (Dasgupta 2021).

A diferencia de otros procesos como el adelgazamiento de la capa de ozono o el cambio climático que tienen alguna posibilidad de reversión, la crisis de biodiversidad actual acumula cambios en la riqueza, estructura y función de los ecosistemas en magnitudes potencialmente irreversibles o que ya han alcanzado la irreversibilidad (IPBES, 2018, IPBES 2019), la respuesta es incierta para la fauna íctica estuarina veracruzana ante el hecho de que solo la conocemos fragmentariamente en espacio y tiempo.

La desatención por la sociedad y los niveles de gobierno ha retrasado las acciones para afrontar la crisis por la pérdida y degradación de la biodiversidad, en el caso de la biota estuarina no se ha dimensionado la gravedad de las consecuencias de las numerosas fuentes de impactos al ambiente y las que se deriven por las tendencias del desarrollo regional. Las costas y los estuarios veracruzanos se encuentran en las zonas de América Latina que enfrentan los mayores grados de riesgo en el mundo para su biodiversidad marina, terrestre y de agua dulce (WWF, 2020).

Sobre el cambio climático, en la actualidad se sabe poco de su efecto y consecuencias sobre la biota; el estrés causado por los cambios en las condiciones de temperatura, precipitación y flujo del agua se podrían asociar con el desplazamiento de las especies nativas adaptadas a las condiciones ambientales previas, favoreciendo el establecimiento y la expansión de especies oportunistas con nichos ecológicos más amplios (Burrows et al. 2020).

El cambio climático puede ejercer efectos importantes en la distribución y ocurrencia de los peces que ocupan los estuarios (Roessig et al. 2004; Gillanders et al. 2011; James et al. 2013), si ocurren procesos de cambios en la dinámica oceánica tendrán efectos notorios en la ocurrencia, composición, distribución y riqueza de especies de peces estuarinos (Harrison y Whitfield 2022), por ejemplo se pueden extender la distribución de las ictiofaunas tropicales con la disminución de la distribución de las especies templadas.

Se especula que las especies de peces marinos estenohalinos que ocupan hábitats extensos tendrían la opción de modificar su ámbito geográfico, en contraste, los de agua dulce tendrían más restricciones en sus movimientos y menor capacidad para adaptarse a los estresores ambientales novedosos.

Con base en la información analizada se propone la persistencia de un ensamblaje de especies que cohabitan en la mayoría de los estuarios de Veracruz, a diferencia de otras aproximaciones donde se pondera a las especies marinas para caracterizar a la ictiofauna estuarina, la inclusión de especies de las categorías ecológicas dulceacuícolas y estuarinas confirma la complejidad de la composición de los ensamblajes con base en su capacidad fisiológica de tolerancia a la salinidad.

Al respecto, dos especies con cualidades fisiológicas más “estuarinas” son las que se han reportado con mayor recurrencia (*Dormitator maculatus*, *Gobionellus oceanicus*), una por los hábitos reproductivos que ocurren en los canales estuarinos de comunicación al mar cuando comienza la temporada lluviosa; la otra, porque se puede considerar como una especie típica de aguas salobres, después les acompañan especies marinas migratorias o dependientes estuarinas como los gerreidos y mugilidos, además de peces planos, más otros góbidos, bagres de la familia Ariidae y después representantes de familias comunes en los estuarios como Carangidae y Sciaenidae.

Es evidente que no se puede soslayar que estas diferencias también pueden ocasionarse por las diferencias en superficie, geomorfología, estado trófico y de variables hidrológicas como la salinidad, Pérez-Ruzafa et al. (2007) mostraron que en 40 lagunas costeras atlántico-mediterráneas, los factores geomorfológicos como la duración de la comunicación entre estuario-mar y el desarrollo morfológico de la costa son los principales factores que determinan la riqueza de especies, luego señalan que siguen en importancia otros factores como la concentración de clorofila y la salinidad, que en su análisis están condicionados principalmente por las características geomorfológicas.

Desde McLusky (1981) se reconoce que las especies marinas son las más numerosas en los ensamblajes de peces estuarinos mientras que las especies verdaderamente estuarinas y del componente migratorio aportan pocas especies, esta premisa se cumplió en este caso por las 198 especies marinas oportunistas y las 47 migrantes son el 74.2% de las especies registradas en los estuarios de Veracruz, pero las especies dulceacuícolas aportan el 20% de la riqueza específica, las especies estuarinas no son tan numerosas pero si se registraron con frecuencias altas en los estuarios.

El conjunto de especies de peces recurrentes en los estuarios de Veracruz difiere del modelo clásico de Remane (1934) porque no demuestra una dominancia marcada por las especies marinas migratorias o por las estenohalinas del componente marino, este modelo tiende a representar una imagen estática de los patrones de diversidad, asumiendo que ocurre una composición general con base en cada una de las secciones del ecotono estuarino (Whitfield et al. 2012).

Por un lado, hace falta reconocer que en cada estuario están presentes especies de peces estuarinos verdaderos, que en nuestra opinión no necesariamente obedecen a un criterio ecológico generalizado sino a la historia de vida poblacional local o regional de cada especie como pueden ser los casos de especies como *Opsanus beta*, *Cathorops*

*aguadulce* y *Poecilia mexicana*, que bajo condiciones estuarinas particulares se reproducen en el entorno estuarino, incluso *P. mexicana* lo logra bajo condiciones de hipersalinidad (Chávez-López et al. 2020), dejando claro que especies como estas realizan su ciclo de vida completo dentro del estuario a diferencia de las que muestran dependencia estuarina en alguna fase de su ontogenia como sucede con los lutjanidos, particularmente *Lutjanus griseus* que además de recurrir con alta frecuencia en estuarios veracruzanos, muestra la interconexión funcional y dependencia a diferentes hábitats estuarinos y marinos (Luo et al. 2009).

La baja diversidad de especies estuarinas “verdaderas” (que no suelen ocurrir fuera de los estuarios) también se ha planteada por Whitfield (1994), quien sugirió que esta cantidad baja de especies residentes está relacionada a la naturaleza efímera de los estuarios individuales y a lo impredecible de las condiciones ambientales por las combinaciones fisicoquímicas que ocurren en estos ecosistemas.

Elliott y Whitfield (2011) señalan que la biota estuarina está compuesta por poblaciones más generalistas que especialistas en cuanto a tolerancias fisiológicas y estrategias de alimentación, refieren que es una paradoja natural que los organismos estuarinos dominantes son generalistas (eurioicos) por sus capacidades fisiológicas de tolerancia amplia a cambios de salinidad y a combinaciones de oxígeno disuelto, pero también son especialistas en sobrevivir a condiciones muy variables, al caso, porque la participación de los peces en las mallas tróficas estuarinas es muy flexible, demostrando ajustes dietéticos ocasionados por los cambios en la disponibilidad de alimentos y en las condiciones de forrajeo; en diferentes estudios se ha demostrado esta premisa por lo numeroso de los gremios alimenticios basados en diferentes combinaciones de organismos bentónicos y planctónicos, complementados con fuentes de producción primaria y otros peces.

A reserva de comprobación, muchas de las especies de este grupo recurrente en los estuarios veracruzanos cubren estas capacidades no solo en el estado sino también en el Golfo de México. Incluso, la variabilidad inherente de las condiciones estuarinas significa que la fauna de los estuarios suele estar bien adaptada para hacer frente a muchos tipos de estrés (Elliott y Quintino, 2007).

Sumando los problemas potenciales de los procesos de perturbación, contaminación y el incremento demográfico alrededor de las zonas estuarinas, surge la necesidad sustancial de definir como es un ensamblaje de peces estuarinos “normal” o “común” como un primer paso para entender como los niveles de variabilidad natural pueden afectarse por procesos biológicos y no biológicos a diferentes escalas espaciales y temporales (Sheaves y Johnston, 2009).

Señala Sheaves (2016) que en general existe una carencia de conocimiento de la variación de los patrones en la composición de especies de peces a escalas pequeñas (dentro del estuario) a meso escalas (de estuario a estuario o a cientos de Kilómetros de distancia), este vacío, además de ignorar los procesos ecológicos de los organismos, tiene

consecuencias severas para lograr un manejo y conservación sustentables, los datos que se recopilaron en este estudio son un buen ejemplo, de los más de 40 estuarios ubicados en la geopolítica de Veracruz, solo en 18 se han hecho inventarios de especies de peces y solo en la mitad de estos se tienen registros de abundancia, biomasa y de variables hidrológicas.

Parece que los ensamblajes de peces estuarinos comparten similitudes taxónomicas y funcionales en escalas grandes de varios cientos de kilómetros, en los que se manifiestan grupos de taxones resilientes a la amplia variación físico química propia de los estuarios (Whitfield 1999), las 42 especies que se proponen como el ensamblaje recurrente de los estuarios veracruzanos son un buen ejemplo, pero incluso hubieron diferencias de similitud en este conjunto de estuarios, asumiendo que sucede una gran variedad de patrones de variación espacial (Harrison et al. 2006a) debido a las diferencias provocadas por las características naturales entre los estuarios de la región, incluyendo el grado de cierre de la boca de comunicación estuarina (Chuwen et al. 2009; Vilar et al. 2013) y la geomorfología estuarina (Araújo y Costa de Azevedo 2001).

En ausencia de conocimientos para los estuarios del estado sobre este tópico, las experiencias en otras latitudes tropicales como la de Ley (2005) quien para explicar las diferencias en la composición en los ensamblajes de peces de 11 estuarios del noreste Australia identificó una mezcla compleja de factores hidrológicos como el tipo de río, las dinámica del oleaje y las fuerzas de marea, de geomorfológicos como el ancho de la boca estuarina, el tipo de sustrato y también de factores biológicos como el área cubierta de manglares; mientras que Sheaves y Johnston (2009) encontraron que los ensamblajes de otros 21 estuarios australianos mostraron una variación impredecible de un estuario a otro, ocasionada por la interacción de factores ecológicos y físicos; resultados similares se encontraron en la comparación regional de los estuarios sudafricanos en los que la tipología estuarina determinó la composición de los ensamblajes ícticos (Harrison y Whitfield, 2006a), en los 190 estuarios sudafricanos analizados, encontraron que los grupos de peces recurrentes tienen mayor importancia en los estuarios y su dinámica poblacional es importante en los procesos ecológicos.

Entonces en las comparaciones inter-estuarinas no se debe asumir que los procesos de todos los estuarios son similares o que las condiciones ambientales de los grandes estuarios con comunicación permanente al mar se deben tomar como referencia para aplicarse sin cortapisas a otro u otros estuarios; un hecho casi indiscutible es que cada estuario presenta un comportamiento ambiental particular y por lo mismo es necesario distinguir sus variaciones naturales, además de identificar las fuentes, tipos de perturbaciones naturales y artificiales con sus respectivos impactos antropogénicos que actúan sobre la estructura y función de la comunidad de peces (Sheaves 2016), porque también es otro hecho que las respuestas a disturbios e impactos se evalúan después que han ocurrido los procesos de degradación y son evidentes los efectos en la estructura y la función de la comunidad de peces y de otros organismos (Martinho et al. 2009).

Incluso Sheaves et al. (2012) propusieron que estos ensamblajes recurrentes pueden ser buenos indicadores de las cualidades de los estuarios y con esta base Harrison y Whitfield (2006b) crearon un índice multimétrico basado en las propiedades de las comunidades de los peces para evaluar la condición ambiental o “estado de salud” de los estuarios (Whitfield y Harrison 2014), que ha sido la base para el diseño de otros índices aplicados en ecosistemas de este tipo por el mundo (Ruaro et al. 2020).

A manera de conclusiones y reiterando que este trabajo es una invitación a profundizar el conocimiento sobre el tema, aunque se percibe que en el estado de Veracruz se han realizado numerosas investigaciones intensas y continuas sobre sus recursos costeros incluidos los estuarinos, el número de publicaciones sobre la fauna de peces de sus estuarios indica que esta se conoce de manera fragmentada espacial y temporalmente, por esto es necesario continuar con la recopilación de información sobre este grupo biótico, incluyendo registros de abundancia, biomasa y la información pertinente de las cualidades hidrológicas de los hábitats que ocupan.

El inventario de 331 especies de peces presentado, indica que es una zona de gran biodiversidad, si bien sustentada por un grupo muy numeroso de especies marinas que alcanzan el 80% del total, el 65% de estas corresponde a especies que se han registrado ocasionalmente en los estuarios veracruzanos, esto concuerda bien con la información general sobre la composición ecológica de los ensamblajes de peces estuarinos alrededor del mundo, pero aquí consideramos que por esta causa y sin menospreciar esta información, que los estudios de peces estuarinos deben apuntar sobre las especies de mayor recurrencia en los estuarios que producen información más útil para entender los procesos ecológicos en los que participan.

Las diferencias entre la composición de especies pueden reflejar el efecto de la constancia y duración de los estudios realizados, también se manifiesta que los estuarios de geoforma típica y los estuarios aislados estacionalmente del mar han sido menos investigados que las lagunas costeras, cuantitativamente estos presentaron las riquezas de especies más bajas, se puede asumir que esto se debe a la ignorancia que se tiene de estos hábitats acuáticos. Los resultados mostraron que no hay tendencias geográficas en la composición de especies, que se han inferido a partir de estudios que solo incluyen a las especies marinas.

En las lagunas costeras se han reportado los números mayores de especies, reiterando la relación entre la superficie de aguas estuarinas con este parámetro biológico; los datos referentes a los pocos estudios en estuarios ciegos apuntan la importancia de reconocer la influencia de la interrupción del intercambio de masas de agua sobre todo durante la temporada fría del año, este es un campo prácticamente desconocido a pesar que hay más de veinte estuarios con esta condición en el estado.

En el elenco presentado, se incluyen ocho especies dulceacuícolas introducidas para cultivo aunque solo las especies del género *Oreochromis* se han registrado en condiciones

salobres, no deja de ser una preocupación lo que puede suceder en las áreas estuarinas oligohalinas donde esta especie interaccionan con la fauna nativa.

La vocación de las regiones veracruzanas hacia la urbanización, las actividades agropécuarias y de producción de hidrocarburos, implica conflictos ambientales a mediano y largo plazo que amenazan las cualidades hidrológicas y fisicoquímicas de los hábitats estuarinos, a la fecha solo se tienen registros puntuales de contaminación por sustancias químicas y estadísticas de la modificación del uso del suelo para algunas regiones, pero poco se sabe del efecto de estos cambios en los hábitats estuarinos de vegetación sumergida, especialmente de los manglares, que además de contribuir con funciones ecológicas clave para los peces ahora son una esperanza para mitigar los efectos de las emisiones de gases de efecto invernadero por su alta capacidad de atrapar bióxido de carbono.

Entonces, se destaca un grupo de 42 especies con presencia en la mayoría de los estuarios veracruzanos, compuesto por especies marinas migrantes y un número importante de especies estuarinas y migratorias con tolerancia considerable a los cambios hidrológicos estuarinos, por esta cualidad, este conjunto de especies puede indicar el efecto de cambios en las condiciones estuarinas por lo que se reconocen como ensamblajes de referencia que se utilizan en estuarios de otras zonas del mundo para evaluar su integridad biótica.

Con esta contribución queda claro que todavía es vasto el trabajo que se debe realizar no solo en el grupo de interés de esta contribución, sino en toda la biota estuarina y su dinámica ecológica, sin este conocimiento básico será difícil establecer pautas de manejo y conservación para planear como afrontar los desafíos ambientales de esta y las próximas décadas.

## LITERATURA CITADA

ABARCA-ARENAS L. G.; FRANCO-LÓPEZ J.; GONZÁLEZ-GÁNDARA, C.; SILVA-LÓPEZ G. Los peces de la costa veracruzana : relación especies-área y conectividad entre sitios. *In: Del Moral, F. F.; Martínez-Pérez, J. A.; Franco-López, J. et al. (eds.): Investigación ictiológica en México. Temas selectos en honor al Dr. José Luis Castro Aguirre.* Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Sociedad Ictiológica Mexicana A. C. México. 2012, Cap. 11, pp.127-158.

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 Biología Tropical (International Journal of Tropical Biology)** v. 62 (1), p. 145-163, 2014.

AGUIRRE-LEÓN, A.; DÍAZ-RUIZ, S.; GUILLÉN-CASTRILLO, M. Fish community structure and its relationship with environmental behavior in Sontecomapan Lagoon, Los Tuxtlas Biosphere Reserve, Veracruz, Mexico. *In: Castellanos-Páez, M. E.; Esquivel Herrera, A.; Aldeco-Ramírez, J.; Pagano, M. (eds.): Ecology of the Sontecomapan Lagoon, Veracruz.* IRD Éditions. 2018, pp. 205-234. doi:10.4000/books.irdeditions.35534

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 (2), p. 9-26. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/revmar.12-2.2>

ALDECO-RAMÍREZ, J.; SÁNCHEZ-JUÁREZ A. Ambiente marino y estuarino. *In: Guzmán-Amaya, P.; Quiroga-Brahms, C.; Díaz-Luna, C.; Fuentes-Castellanos, D.; Contreras, C. M.; Silva-López, G. (coords.): La pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo.* Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación/Instituto Nacional de la Pesca/Universidad Veracruzana, México. 2002. pp. 2-11.

ALDECO, R. J.; CORTÉS, A. G.; JURADO, M. J. Adaptaciones culturales y económicas a cambios provocados por tala de mangle y deterioro pesquero en Mandinga, Veracruz. **Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente**, v. 15 (29), p. 138-158, 2015.

ALONGI D. M. Carbon cycling and storage in mangrove forests. **Annual Review of Marine Science** v. 6. p. 195-219, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010213-135020>

AMADOR-DEL ÁNGEL, L. E.; WAKIDA-KUSUNOKI, A. T. Peces invasores en el sureste de México. *In: Mendoza-Alfaro, R. E.; P. Koleff-Osorio, P. (eds.): Especies acuáticas invasoras en México.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cap. 25, 2014.

ARAÚJO, F. G.; COSTA DE AZEVEDO, M. C. Assemblages of Southeast-South Brazilian coastal systems based on the distribution of fishes. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. 52 (6), p. 729-738, 2001. <https://doi.org/10.1006/ecss.2001.0778>.

ARGÜELLES-JIMÉNEZ J.; OSORIO-HERNÁNDEZ, M. C.; DE LA CRUZ-FRANCISCO, V. Estructura de la comunidad ictiofaunística del estero de Tumilco, Tuxpan, Veracruz, México. **Árido-Ciencia** v. 5(2), p. 22-30, 2020.

ARNOLD, R. J.; PIETSCH, T. W. Evolutionary history of frogfishes (Teleostei: Lophiiformes: Antennariidae): a molecular approach. **Molecular Phylogenetics and Evolution** v. (62), p. 117–129. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2011.09.012>

ARREOLA-LIZÁRRAGA, J. A.; PADILLA-ARREDONDO, G.; RUIZ-RUIZ, T. M.; CRUZ-GARCÍA, L. M.; MÉNDEZ-RODRÍGUEZ, L. C.; HERNÁNDEZ-ALMARAZ, P.; VARGAS-GONZÁLEZ, H. H. Estuaries and coastal lagoons of Mexico: challenges for science, management, and conservation. *In: Ortega-Rubio, A. (ed.): Mexican Natural Resources Management and Biodiversity Conservation*. Springer, Cham. 2018. pp. 251-283. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-90584-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-90584-6_12)

ARTHINGTON, A. H.; DULVY, N. K.; GLADSTONE, W.; WINFIELD, I. J. Fish conservation in fresh-water and marine realms: status, threats and management. **Aquatic Conservation of Marine and Freshwater Ecosystems** v. 26 (5), p. 838–857, 2016.

AULADELL, M.; PELEGRÍ, J. L.; GARCÍA-OLIVARES, A.; KIRWAND, A. D.; LIPPHARDT, B. L., et al. 2010. Modelling the early evolution of a loop current ring. **Journal of Marine Systems** v. (80), p. 160–171, 2010.

BALDOCK, T. E.; WEIR, F.; HUGHES, M. G. Morphodynamic evolution of a coastal lagoon entrance during swash overwash. **Geomorphology** v. 95 (3-4), p. 398-411, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.07.001>

BARBIER, E. B. Estuarine and coastal ecosystems as defense against flood damages: An economic perspective. **Frontiers in Climate** v. 2, 28, 2020.

BEDIA-SÁNCHEZ, C.; FRANCO-LÓPEZ, J. **Peces de los sistemas costeros del estado de Veracruz**. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 2008.

BETANCUR-R, R.; BROUGHTON, R. E.; WILEY, E. O.; CARPENTER, K.; LÓPEZ, J. A.; LI, C.; et al. The tree of life and a new classification of bony fishes. **PLoS Currents** v. 5. 2013.

BETANCUR-R, R.; WILEY, E. O.; ARRATIA, G.; ACERO, A.; BAILLY, N.; MIYA, M.; LECOINTRE, G.; ORTI, G. Phylogenetic classification of bony fishes. **BMC Evolutionary Biology** v. 17(1), p. 1-40, 2017.

BOZADA L.; CHÁVEZ, Z. **La fauna acuática del Río Tonalá. Serie Medio Ambiente en Coatzacoalcos**. Centro de Ecodesarrollo, Universidad Veracruzana. Vol. VII, 1986a.

BOZADA L.; CHÁVEZ, Z. **La fauna acuática del Río Coatzacoalcos**. Serie Medio Ambiente en Coatzacoalcos. Centro de Ecodesarrollo, Universidad Veracruzana. Vol. VIII, 1986b.

BOZADA L.; CHÁVEZ, Z. **La fauna acuática de la Laguna del Ostión**. Serie Medio Ambiente en Coatzacoalcos. Centro de Ecodesarrollo, Universidad Veracruzana. Vol. IX, 1987.

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(41), p. 53-73, 2021.

BURROWS, M. T.; HAWKINS, S. J.; MOORE, J. J.; ADAMS, L.; SUGDEN, H.; FIRTH, L.; MIESZKOWSKA, N. Global-scale species distributions predict temperature-related changes in species composition of rocky shore communities in Britain. **Global Change Biology** v. 26 (4) p. 2093–2105, 2020.

CAMPOS, C. A. Distribución y caracterización del suelo. *In: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio): La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México. 2011, pp. 35-52.

CASTAÑEDA, L. O.; CONTRERAS, F. Bibliografía comentada sobre los ecosistemas costeros mexicanos. Vol. III. Golfo de México I: Tamaulipas a Veracruz. Universidad Autónoma Metropolitana, México. 2004. 615 p.

CASTILLO-CAMPOS, G.; MEDINA, M. E. **Árboles y arbustos de la Reserva Natural de La Mancha, Veracruz**. Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz 2002.

CASTILLO-CAMPOS, G.; AVENDAÑO-REYES S.; MEDINA-ABREO M. E. Flora y Vegetación. In: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). **La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. 2011, pp. 163-180.

CASTILLO-RIVERA M.; ZÁRATE-HERNÁNDEZ, R. Patrones espacio-temporales de la abundancia de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. **Hidrobiológica** v. 11(1), p. 75-84, 2001.

CASTILLO-RIVERA, M.; ZÁRATE-HERNÁNDEZ R.; ORTIZ, S. Variación nictímera y estacional de la abundancia, riqueza y especies dominantes de peces, en un ambiente salobre de sustrato blando. **Hidrobiológica** v. 15 (2 Especial), p. 227-238, 2005.

CASTILLO-RIVERA M.; ORTIZ-BURGOS, S.; ZÁRATE-HERNÁNDEZ, S. Estructura de la comunidad de peces estuarinos en un hábitat con vegetación sumergida: variación estacional y nictémera. **Hidrobiológica** v. 21 (3): 311-321, 2011.

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

CHÁVEZ, E. A. Notas acerca de la ictiofauna del río Tuxpan y sus relaciones con la temperatura y la salinidad. **Memorias IV Congreso Nacional Oceanografía (México)**. p. 177-199. 1972.

CHÁVEZ E. A.; ANGUAS-VÉLEZ, A.; ARREGUIN-SÁNCHEZ, F.; SÁNCHEZ-CHÁVEZ, J. Prospección ecológica de las lagunas de Mandinga, Veracruz. **Memorias I Reunión Latinoamericana de Ciencia y Tecnología Oceanográfica (México)**. p. 140-162, 1976.

CHÁVEZ-LÓPEZ, R.; FRANCO-LÓPEZ, J.; MORÁN-SILVA, A.; O'CONNELL, M. T. Long-term fish assemblage dynamics of the Alvarado Lagoon Estuary, Veracruz, Mexico. **Gulf and Caribbean Research** v. (17), p. 145–156, 2005.

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** v. (91), e912494, 2020.

CHÁVEZ-LÓPEZ, R.; ROCHA-RAMÍREZ, A.; MORÁN-SILVA, A. Presence of *Poecilia mexicana* Steindachner in a temporary hyperhaline estuary of the Gulf of Mexico. **Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, Bulletin of Marine and Coastal Research** v. 49 (1), 27-38, 2020. DOI: 10.22201/bimc.invemar.2020.49.1.772

CHÁVEZ-LÓPEZ, R.; MONTOYA-MENDOZA, J.; CHÁZARO-OLVERA, S.; MORÁN-SILVA, A.; VÁZQUEZ-LÓPEZ, H.; RODRÍGUEZ-VARELA, A. C. Peces y macrocrustáceos en un estuario oligosalino en el SO del Golfo de México. **BIOCYT, Biología Ciencia y Tecnología** v. 15, 2022. <https://doi.org/10.22201/fesi.20072082e.2022.15.82159>

CHÁVEZ-LÓPEZ, R.; MONTOYA-MENDOZA, J.; CHÁZARO-OLVERA, S.; MORÁN-SILVA, A.; RODRÍGUEZ-VARELA, A. C. Biodiversidad íctica registrada en el entorno hidrológico de la zona intermunicipal Boca del Río y Medellín de Bravo, Veracruz. **International Journal of Biological and Natural Sciences** v. 3, (8), 2023.

CHUST, G.; BORJA, Á.; LIRIA, P.; GALPARSORO, I.; MARCOS, M.; CABALLERO, A.; CASTRO, R. Human impacts overwhelm the effects of sea-level rise on Basque coastal habitats (N Spain) between 1954 and 2004. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. (84), p. 453-462, 2009.

CHUWEN, B. M.; HOEKSEMA, S. D.; POTTER, I. C. Factors influencing the characteristics of the fish faunas in offshore, deeper waters of permanently-open, seasonally-open and normally-closed estuaries, **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. 81, (3), p. 279-295, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.11.001>.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. The taxonomic distinctness measure of biodiversity: weighting of step lengths between hierarchical levels. **Marine Ecology Progress Series** v. (184), p. 21–29, 1999.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N. **PRIMER v6. User manual/ tutorial**. Plymouth. UK, 2006.

CONABIO. Carta de Climas. Sistema de Köppen modificado por E. García, Conabio/ ESTADIGRAFÍA, México. 1998. Escala 1:1 000 000,

COSTANZA, R.; DE GROOT, R.; SUTTON, P.; VAN DER PLOEG, S.; ANDERSON, S. J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, R. K. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change** v. 26, p. 152-158, 2014.

DASGUPTA, P. **The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review. Abridged Version**. HM Treasury, London. 2021.

DE LA CRUZ A. G.; FRANCO-LÓPEZ, J.; ABARCA-ARENAS, L. G. Caracterización ictiofaunística de los estuarios del estado de Veracruz, México. **Memorias del VII Latinoamericano de Oceanografía Biológica**, p. 535-546, 1985.

DE LA LANZA, E. G. (comp.). **Oceanografía de mares mexicanos**. AGT, México, 1991.

DEL MORAL-FLORES, L. F.; LÓPEZ-SEGOVIA, E.; COLIS-TORRES, A.; HERNÁNDEZ-ARELLANO, T. Record of three non-native fish species from the Alvarado Lagoon, Veracruz, Mexico. **BiolInvasions Records**, v. 10, (1) p. 200–209, 2021.

DÍAZ-RUIZ, S.; AGUIRRE-LEÓN, A.; MENDOZA-SÁNCHEZ, E.; LARA-DOMÍNGUEZ, A. L. Factores ambientales que influyen en la ictiofauna de la laguna La Mancha, sitio Ramsar, Golfo de México. **Revista de Biología Tropical** 66 (1), p. 246-265, 2018.

DÍAZ-RUIZ, S.; AGUIRRE-LEÓN, A.; GAZCA-CASTRO, M. Diversity, abundance, and fish assemblages in the Sontecomapan lagoon system, Veracruz, Mexico. **Hidrobiológica** v. 33 (3), p. 291-303, 2023. Disponivel em: <https://hidrobiologica.izt.uam.mx/index.php/revHidro/article/view/1723>

EDWARDS, C.; MCSWEENEY, S.; DOWNES, B. J. The influence of geomorphology and environmental conditions on stratification in intermittently open/closed estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. 287, 2023, 108341, <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2023.108341>.

ELLIOTT, M.; QUINTINO, V. The estuarine quality paradox, environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. **Marine Pollution Bulletin** v. 54 (6), p. 640-645, 2007.

ELLIOTT, M.; WHITFIELD, A. K. Challenging paradigms in estuarine ecology and management. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. (94): p. 306–314, 2011.

FRANCO-LÓPEZ, J. Análisis del comportamiento estacional e interanual de la comunidad ictiofaunística asociada a zonas de manglar en la Laguna de Alvarado, Veracruz. **Biología, Ciencia y Tecnología BIOCYT**, v. 10 (38), p. 722-735, 2017.

FREDOU, F. L.; VILLWOCK DE MIRANDA, L. *Cynoscion jamaicensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T47147457A49237421. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T47147457A49237421.2015>.

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

FROESE, R.; PAULY, D. (eds.) **FishBase**. 2023. World Wide Web electronic publication. Disponível em: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). Acesso em: até dezembro 2023.

GEISSERT-KIENTZ, D.; ENRÍQUEZ-FERNÁNDEZ, E. Geografía. *In*: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). **La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. (2011a). pp. 31-34.

GEISSERT-KIENTZ, D.; ENRÍQUEZ-FERNÁNDEZ, E. Geomorfología. *In*: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 2011. **La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. (2011b). pp. 53-68.

GILLANDERS, B.; ELSDON, T.; HALLIDAY, I.; JENKINS, J.; ROBINS, J.; VALESINI, F. Potential effects of climate change on Australian estuaries and fish utilising estuaries: A review. **Marine and Freshwater Research** v. (62), p. 1115–1131, 2011.

GILLANDERS, B. M.; MCMILLAN, M. N.; REIS-SANTOS, P.; BAUMGARTNER, L. J.; BROWN, L. R.; CONALLIN, J.; et al. Climate Change and Fishes in Estuaries. *In*: Whitfield, A. K.; Able, K. W.; Blaber, S. J. M.; Elliott, M. (eds.): **Fish and Fisheries in Estuaries**. John Wiley & Sons Ltd . London. v. 1, pp. 380-457. 2022. <https://doi.org/10.1002/9781119705345.ch7>

GÓMEZ-POMPA, A. **Ecología de la vegetación del estado de Veracruz**. CECSA/INIREB, Xalapa, Veracruz. 1978.

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**, v.12 (3), p. 675-689, 2012.

HAMMER, O.; HARPE, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica** v. 4 (1), p. 1-9, 2001. Disponível em: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)

HARRISON, I. J.; NIRCHIO, M.; OLIVEIRA, C.; RON, E.; GAVIRIA, J. A new species of mullet (Teleostei: Mugilidae) from Venezuela, with a discussion on the taxonomy of *Mugil gaimardianus*. **Journal of Fish Biology** v. (71)(Suppl.A), p. 76-97, 2007.

HARRISON, T. D.; WHITFIELD, A. K. Estuarine typology and the structuring of fish communities in South Africa. **Environmental Biology of Fishes** v. 75, 269–293 (2006a). <https://doi.org/10.1007/s10641-006-0028-y>

HARRISON, T. D.; WHITFIELD, A. K. Application of a multimetric fish index to assess the environmental condition of South African estuaries. **Estuaries and Coasts: J ERF** v. (29), p. 1108–1120, (2006b). <https://doi.org/10.1007/BF02781813>

HARRISON, T. D.; WHITFIELD, A. K. Global biogeography of estuary associated fishes. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** v. 102 (1-2), p. 113-131, 2022. <https://doi.org/10.1017/S0025315422000285>

HERNÁNDEZ-GAONA, J. L.; ALDECO-RAMÍREZ, J.; ROLDÁN-ARAGÓN, I. E. Changing trends in mangrove the forest cover of the Sontecomapan Lagoon System, Veracruz, with Landsat® satellite images. In: Castellanos-Paéz, M. E. (ed.): **Ecology of the Sontecomapan Lagoon, Veracruz**. (on line). Marseille, IRD Editors, Marseille. 2018. Disponible em: <http://books.openedition.org/irdeditions/35589>. DOI: <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.35589>.

HERRERA-SILVEIRA, J. A.; CAMACHO-RICO, A.; PECH, E.; PECH, M.; RAMÍREZ-RAMÍREZ, J.; TEUTLI-HERNÁNDEZ, C. Dinámica del carbono (almacenes y flujos) en manglares de México. **Terra Latinoamericana** v. (34), p. 61-72, 2016.

HOWES, E.; JOOS, F.; EAKIN, C.; GATTUSO, J. An updated synthesis of the observed and projected impacts of climate change on the chemical, physical and biological processes in the oceans. **Frontiers in Marine Science** v. 2, 2015. <https://doi.org/10.3389/fmars.2015.00036>

ILARRI M.; SOUZA, A. T.; DIAS, E.; ANTUNES, C. Influence of climate change and extreme weather events on an estuarine fish community. **Science of the Total Environment** v. (827), 154190, 2022.

IMTA, The Nature Conservancy, Conabio, Aridamerica, GECl. **Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México**. Juitepec, Morelos, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA, INEGI. Cartas edafológicas del Estado de Veracruz. México: 1984. Escala 1:250 000.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA, INEGI. Carta edafológica del Estado de Veracruz. México: 1987. escala 1:1000 000.

INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA Y ESTADÍSTICA INEGI. Carta Estatal de Regionalización Fisiográfica. Estado de Veracruz. Aguascalientes, México: 1987. Escala: 1:1 000 000.

INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA Y ESTADÍSTICA INEGI. Síntesis Geográfica, Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz. Aguascalientes, México: 1989. Escala: 1:1 000 000.

INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA Y ESTADÍSTICA INEGI. **Atlas. Situación actual de la división política-administrativa interestatal Estados Unidos Mexicanos**. INEGI, México. p. 232, 2006.

- IPBES. The regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas. *In*: Rice, J.; Seixas, C. S.; Zaccagnini, M. E. (eds.): **IPBES Secretariat**. IPBES e IPCC. Bonn, Germany. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3236252>
- IPBES. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Brondizio, E. S.; Settele, J.; Díaz, S.; Ngo, H. T. (eds.) **IPBES Secretariat**. Bonn, Germany. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- JAMES, N. C.; VAN NIEKERK, L.; WHITFIELD, A. K.; POTTS, W. M.; GÖTZ, A.; PATERSON, A. W. Effects of climate change on South African estuaries and associated fish species. **Climate Research** v. 57, p. 233–248, 2013.
- KITCHENHAM, B. Procedures for Performing Systematic Reviews. Joint Technical Report: Australia. 2004. Disponível em: [http://people.ucalgary.ca/~medlibr/kitchenham\\_2004.pdf](http://people.ucalgary.ca/~medlibr/kitchenham_2004.pdf)
- KULLANDER, S. O. Cichlidae (Cichlids). *In*: R. Reis (ed.): **Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America**. EDIPUCRS. Porto Alegre, Brazil. pp. 605-654. 2003.
- KULLANDER, S. O. Family Synbranchidae (Swamp-eels) *In*: R. Reis (ed.): **Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America**. EDIPUCRS. Porto Alegre, Brazil. pp. 605-654. 2003.
- LANKFORD, R. R. Coastal lagoons of Mexico, their origin and classification. **Estuarine Processes** v. 2, p. 182-215, 1977.
- LARA-DOMÍNGUEZ A. L.; FRANCO-LÓPEZ, J.; BEDIA-SÁNCHEZ, C.; ABARCA-ARENAS, L. G.; DÍAZ-RUIZ, S.; AGUIRRE-LEÓN, A.; et al. Diversidad de peces en los ambientes costeros y plataforma continental. *In*: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). **La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. Vol. II, pp 505- 516, Apéndice VIII, 41. 2011.
- LAST, P. R.; NAYLOR, G. J. P.; MANJAJI-MATSUMOTO, B. M. A revised classification of the family Dasyatidae (Chondrichthyes: Myliobatiformes) based on new morphological and molecular insights. **Zootaxa** v. (4139): 345–368, 2016. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4139.3.2>
- LAST, P. R.; WHITE, W. T.; CARVALHO, M. R. DE; SÉRET, B.; STEHMANN, M. F. W.; NAYLOR, G. J. P. **Rays of the world**. CSIRO Publishing, Comstock Publishing Associates. 2016.
- LEAL-FILHO, W.; NAGY, G. J.; MARTINHO, F.; SAROAR, M.; ERACHE, M. G.; PRIMO, A. L.; PARDAL, M. A.; LI, C. Influences of climate change and variability on Estuarine ecosystems: an impact study in selected European, South American and Asian countries. **International Journal of Environmental Research and Public Health** v.19, p. 585, 2022. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010585>
- LEY, J. A. Linking fish assemblages and attributes of mangrove estuaries in tropical Australia: criteria for regional marine reserves. **Marine Ecology Progress Series** v. (305), p. 41-57, 2005.
- LÓPEZ-HERRERA, D. L.; DE LA CRUZ-AGÜERO, G.; AGUILAR-MEDRANO, R.; NAVIA, A. F.; PETERSON, M. S.; FRANCO-LÓPEZ, J.; CRUZ-ESCALONA, V. H. Ichthyofauna as a regionalization instrument of the coastal lagoons of the Gulf of Mexico. **Estuaries and Coasts** v. (44), p. 2010–2025, 2021.

LÓPEZ-PORTILLO, J.; VÁSQUEZ, R. V. M.; LEÓN, R. G. A.; LARA-DOMÍNGUEZ A. L. Distribución, estructura, y perspectivas de conservación de los manglares. *In*: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). **La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. Vol. I, pp 207- 216, 2011.

LOZANO-VILANO, M. L.; GARCÍA-RAMÍREZ, M. E.; CONTRERAS-BALDERAS, S. Peces costeros y marinos del Estado de Veracruz. *In*: Salazar-Vallejo, S. I.; González, N. E. (eds.): **Biodiversidad marina y costera de México**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y CIQRO. México. pp. 576-595. 1993.

LUGO, H. J.; CÓRDOVA, F. C. Regionalización geomorfológica de la República Mexicana. **Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM** n. 25, p. 25-63, 1992.

LUO, J.; SERAFY, J. E.; SPONAUGLE, S.; TEARE, P. B.; KIECKBUSCH, D. Movement of gray snapper *Lutjanus griseus* among subtropical seagrass, mangrove, and coral reef habitats. **Marine Ecology Progress Series** n. 380, p. 255-269, 2009. 10.3354/meps07911.

MARTINHO, F.; DOLBETH, M.; VIEGAS, I.; TEIXEIRA, C. M.; CABRAL, H. N.; PARDAL, M. A., Environmental effects on the recruitment variability of nursery species. **Estuarine, Coastal, and Shelf Science** v. 83 (4), p. 460-468, 2009.

MC SWEENEY, S. L.; KENNEDY, D. M.; RUTHERFURD, I. D.; STOUT, J. C. Intermittently closed/open lakes and lagoons: Their global distribution and boundary conditions. **Geomorphology** v. (292), p. 142-152, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.04.022>

MARCENIUK, A. P.; MOLINA, E. G.; CAIRES, R. A.; ROTUNDO, M. M.; WOSIACKI, W. B.; OLIVEIRA, C. Revision of *Bairdiella* (Sciaenidae: Perciformes) from the western South Atlantic, with insights into its diversity and biogeography. **Neotropical Ichthyology** v. 17 (1), p. 1-18, 2019. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20180024>

MC MAHON, K. W.; BERUMEN, M. L.; THORROLD, S. R. Linking habitat mosaics and connectivity in a coral reef seascape. **Proceedings of National Academy of Sciences** v. 109 (38), p. 15372-15376, 2012. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1206378109](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1206378109)

MC MAHON, C. D.; MATAMOROS, W. A.; PILLER, K. R.; CHAKRABARTY, P. (2015). Taxonomy and systematics of the herichthyins (Cichlidae: Tribe Heroini), with the description of eight new Middle American genera. **Zootaxa** v. 3999 (2), p. 211-234, 2015. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3999.2.3>

MERCADO-SILVA, N. Los peces dulceacuícolas. *In*: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). **La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. v. II, pp. 495- 504, Apéndice VIII, 40. 2011.

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.

MORALES A. P. Variación estacional de los componentes de la ictiofauna en la laguna del Llano, Veracruz, México. Tesis Profesional, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, México. p. 38. 1984

- MORENO-CASASOLA, P.; VAN DEL MAAREL, E.; CASTILLO, S.; HUESCA, M. L.; PISANTY, I. Ecología de la vegetación de dunas costeras: estructura y composición en el Morro de La Mancha, Veracruz I. **Biótica** v. 7 (4), p. 491- 526, 1982.
- NICOLAS, D.; LOBRAY, J.; LEPAGE, M.; SAUTOUR, B.; LE PAPE, O.; CABRAL, H.; URIARTE, A.; BOËT, P. Fish under influence: a macroecological analysis of relations between fish species richness and environmental gradients among European tidal estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. 86 (1), p. 137-147, 2010.
- OBREGÓN-BARBOZA H. Análisis taxonómico y zoogeográfico de los peces de la zona norte y centro del estado de Veracruz, México. Tesis Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma de Nuevo León. 132 p. 1990.
- OBREGÓN-BARBOZA, H.; CONTRERAS-BALDERAS, S.; LOZANO-VILANO, M. L. The fishes of northern and central Veracruz, Mexico. **Hydrobiologia** v. (286), p. 79 – 95, 1994.
- PÉREZ-HERNÁNDEZ, M. A.; TORRES-OROZCO, R. E. Evaluación de la riqueza de especies de peces en las lagunas costeras mexicanas: Estudio de un caso en el Golfo de México. **Revista de Biología Tropical** v. 48 (2-3), p. 425-438, 2000.
- PÉREZ-MAQUEO, O. M.; MUÑOZ-VILLERS, L.; VÁZQUEZ, G.; EQUIHUA-ZAMORA, M. E.; LEÓN-ROMERO, P. Hidrología. In: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). **La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. 2011, pp. 289-292.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A.; MOMPEA, M. C.; MARCOS, C. Hydrographic, geomorphologic and fish assemblage relationships in coastal lagoons. **Hydrobiologia**, v. 577, p. 107–125. 2007.
- PETERSON, C.; FRANKLIN, K. P.; CORDES, E. E. Connectivity corridor conservation: A conceptual model for the restoration of a changing Gulf of Mexico ecosystem. **Elementa Science of the Anthropocene**, v. (8): p. XX, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.016>
- PEZOLD, F.L.; CAGE, B. A review of the spinycheek sleepers, genus *Eleotris* (Teleostei: Eleotridae), of the Western Hemisphere, with comparisons to the west African species. **Tulane Studies in Zoology and Botany** v. 31: 19–63, 2002.
- POTTER, I.C., CHUWENA, B. M.; HOEKSEMAA, S. D.; ELLIOTT, M. The concept of an estuary: a definition that incorporates systems which can become closed to the ocean and hypersaline. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 87 (3), p. 497–500, 2010.
- POTTER I. C.; TWEEDLEY, J. R.; ELLIOTT, M.; WHITFIELD, A. K. The ways in which fish use estuaries: a refinement and expansion of the guild approach. **Fish and Fisheries** v. 16(2), p. 230-239, 2013.
- PROUDLOVE, G. S. A synopsis of the hypogean fishes of the world. p. 351-354. In **Proceedings of the 12th International Congress of Speleology**, La Chaux de Fonds, Switzerland. v. 3, 1997.
- RAMOS-MIRANDA, J.; FLORES-HERNÁNDEZ, D.; AYALA-PÉREZ, L. A.; ÁLVAREZ-GUILLÉN, H.; VEGA-CENDEJAS, M. E. Peces marinos. In: Villalobos-Zapata, G. J.; Mendoza-Vega, J. (coords.) **La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. 2010. Pp. 730.

- RAZ-GUZMÁN A.; HUIDOBRO, L.; PADILLA, V. An updated checklist and characterization of the ichthyofauna (Elasmobranchii and Actinopterygii) of the Laguna de Tamiahua, Veracruz, Mexico. **Acta Ichthyologica et Piscatoria** v. 48 (4), p. 341–362, 2018.
- REMANE, A. Die Brackwasserfauna. **Verhandlungen Der Deutschen Zoologischen Gesellschaft** v. 36, p. 34-74, 1934.
- RESÉNDEZ, M. A. Estudio de los Peces de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. **Anales del Instituto de Biología UNAM, Ser. Ciencias del Mar y Limnología** v. 43 (1), p. 79- 146, 1970.
- RESÉNDEZ-MEDINA, A. Estudio de los Peces de la Laguna de Alvarado, Veracruz. México. **Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural** v. (34): 183-281, 1973
- RESÉNDEZ-MEDINA, A. Estudios ictiofaunísticos en lagunas costeras del Golfo de México y Mar Caribe entre 1966 y 1988. **Anales del Instituto de Biología UNAM Ser. Zoología** v. 50 (1), p. 633- 646, 1979.
- RESÉNDEZ-MEDINA, A. Hidrología e ictiofauna de la laguna de Zontecomapan, Veracruz, México. **Anales del Instituto de Biología UNAM** 53, Ser. Zoología v. 53 (1), p. 385-417, 1983.
- RESÉNDEZ-MEDINA, A.; KOBELKOWSKY-DÍAZ, A. Ictiofauna de los sistemas lagunares costero del Golfo de México, México. **Universidad y Ciencia** v. 8 (15), p. 91-110, 1991.
- RÍCAN, O.; PIÁLEK, L.; DRAGOVÁ, K.; NOVÁK, J. Diversity and evolution of the Middle American cichlid fishes (Teleostei: Cichlidae) with revised classification. **Vertebrate Zoology** v. 66(1), p. 1-102, 2016. <https://doi.org/10.3897/vz.66. e31534>
- RIVERA-GUZMÁN, N. E.; MORENO-CASASOLA, P.; IBARRA-OBANDO, S. E.; SOSA, V. J.; HERRERA-SILVEIRA, J. Long term state of coastal lagoons in Veracruz, Mexico: Effects of land use changes in watersheds on seagrasses habitats. **Ocean & Coastal Management** v. 87: 30-39, 2014.
- ROBERTSON, D. R.; PÉREZ-ESPAÑA, H.; DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, O.; ESTAPÉ, C. J.; ESTAPÉ, A. M. An update to the inventory of shore-fishes from the Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Veracruz, México. **ZooKeys** v. (882), p. 127–157, 2018. <https://doi.org/10.3897/zookeys.882.38449>
- RODRÍGUEZ-VARELA, A.; CRUZ-GÓMEZ, A.; VÁZQUEZ-LÓPEZ, H. 2010. List of the ichthyofauna in the Sontecomapan Lagoon, Veracruz, México. **BIOCYT** v. 3(9), p. 107-121, 2010.
- RODRÍGUEZ-ZÚÑIGA, M. T.; TROCHE-SOUZA, C.; VÁZQUEZ-LULE, A. D.; MÁRQUEZ-MENDOZA, J. D.; VÁZQUEZ- BALDERAS, B.; VALDERRAMA-LANDEROS, L.; et al. **Manglares de México. Extensión, distribución y monitoreo**. Ciudad de México: CONABIO. 2013.
- ROESSIG, J. M.; WOODLEY, C . M.; CECH, J. J.; HANSEN, L. J. Effects of global climate change on marine and estuarine fishes and fisheries. **Reviews in Fish Biology and Fisheries** v. 14, p. 251–275, 2004.
- RUARO, R.; GUBIANI, E. A.; HUGHES, R. M.; MORMUL, R. P. Global trends and challenges in multimetric indices of biological condition. **Ecological Indicators** v. 110, p.105862, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105862>
- RZEDOWSKI, J. **Vegetación de México**. LIMUSA, México. 1978.

SCHMITTER-SOTO, J. J. A systematic revision of the genus *Archocentrus* (Perciformes: Cichlidae), with the description of two new genera and six new species. **Zootaxa**, v. 1603 (1), p. 1-78, 2007. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1603.1.1>

SCHMITTER-SOTO, J. J.; VALDEZ-MORENO, M. E.; HERRERA PAVÓN, R. L. 2014. Evaluación del riesgo de invasión de pez diablo (*Pterygoplichthys* sp.) desde el río Bravo, Belice, hasta el cauce principal del río Hondo, México. **Informe técnico final**, CONABIO/ECOSUR, Chetumal. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/318649334\\_Evaluacion\\_del\\_riesgo\\_de\\_invasion\\_de\\_pez\\_diablo\\_Pterygoplichthys\\_sp\\_desde\\_el\\_rio\\_Bravo\\_Belice\\_hasta\\_el\\_cauce\\_principal\\_del\\_rio\\_Hondo\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/318649334_Evaluacion_del_riesgo_de_invasion_de_pez_diablo_Pterygoplichthys_sp_desde_el_rio_Bravo_Belice_hasta_el_cauce_principal_del_rio_Hondo_Mexico)

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH); Universidad Autónoma Chapingo. **Inventario de áreas erosionadas, rangos de pendiente y unidades de suelo del estado de Veracruz**. Dirección General de Conservación del Suelo y Agua, México. 1982.

SEDAS-LARIOS, E. E.; MÁRQUEZ-RAMÍREZ, E.; PRIMO-CASTRO, M. E. Instrumentos legales e institucionales para la conservación de la biodiversidad: diagnóstico, desafíos y oportunidades. *In*: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). **La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. pp. 129-146, 2011.

SEITZ, R. D.; WENNHAGE, H.; BERGSTROM, U.; LIPCIUS, R. N.; YSEBAERT, T. Ecological value of coastal habitats for commercially and ecologically important species. **ICES Journal of Marine Science** v. 71 (3), p. 648-665, 2014.

SHEAVES, M. Simple processes drive unpredictable differences in estuarine fish assemblages: Baselines for understanding site-specific ecological and anthropogenic impacts. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. 170, p. 61-69, 2016.

SHEAVES, M.; JOHNSTON, R. D. Ecological drivers of spatial variability among fish fauna of 21 tropical Australian estuaries. **Marine Ecology Progress Series** v. 385, p. 245–260, 2009. doi: 10.3354/meps08040

SHEAVES, M.; JOHNSTON, R. D.; CONNOLLY, R. M. Fish assemblages as indicators of estuary ecosystem health. **Wetlands Ecology and Management** v. 20, p. 477-490, 2012.

SMITH-VANIZ, W.; JELKS, H. L. Marine and inland fishes of St. Croix, U. S. Virgin Islands: an annotated checklist. **Zootaxa** v. 3803, p. 1–120, 2014. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3803.1.1>

SJÖGERSTEN, S.; DE LA BARREDA-BAUTISTA B.; BROWN, C.; BOYD, D.; LOPEZ-ROSAS, H.; HERNÁNDEZ, E.; et al. Coastal wetland ecosystems deliver large carbon stocks in tropical Mexico. **Geoderma** v. 403, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115173>.

SOMERFIELD, P. J.; CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M.; DULVY, N. K. Average functional distinctness as a measure of the composition of assemblages. **ICES Journal of Marine Science** v.65, p. 1462–1468, 2008.

SOSA-LÓPEZ, A.; RAMOS-MIRANDA, J.; FLORES-HERNÁNDEZ, D.; MOUILLOT, D.; DOCHI, T. Evidencias de cambios en la diversidad ictiofaunística de laguna de Términos, México: Una aplicación de índices de diversidad taxonómica. **JAINA Boletín Informativo** v. 15, p. 7– 13, 2005.

SOTO, M.; GAMA, L. Climas. *In*: Dirzo, E. R.; Vogt, R. C. (eds.): **Historia Natural de Los Tuxtles**. UNAM/Conabio, México, pp. 7-23, 1997.

SOTO, M.; GAMA, L.; GÓMEZ, M. Los climas cálidos subhúmedos del estado de Veracruz, México. **Revista Foresta Veracruzana** v. 3(2), p. 31-40, 2001.

SOTO, E. M.; GEISSERT, K. D. Geografía. *In*: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). **La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. pp. 31-34, 2011.

SOTO, E. M.; GIDDINGS, B. L. E. Clima. *In*: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). **La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México. pp. 35-52, 2011.

STAPLES, M.; NIAZI, M. Experiences using systematic review guidelines. **Journal of Systems and Software** v. 80(9), p. 1425–1437, 2007. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2006.09.046>

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 and Evolution** v. 121, p. 212-223, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.12.032>

TOLEDO-OCAMPO, A. Marco conceptual: caracterización ambiental del Golfo de México. *In*: Botello, A. V.; Rendon-von Osten, J.; Gold-Bouchot, G.; Agraz-Hernández, C. (eds.): **Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y tendencias**. Universidad Autónoma de Campeche/Universidad Nacional Autónoma de México/Instituto Nacional de Ecología, pp. 25-51, 2011.

TOOTH, S. Google Earth™ in geomorphology: re-enchanting, revolutionizing, or just another resource? *In*: Schroder, J.; Switzer, A.D.; Kennedy, D. (eds.): **Treatise on Geomorphology**. Academic Press, San Diego, Cal. v. 14, 2012.

VALDERRAMA-LANDEROS L. H.; RODRÍGUEZ-ZÚÑIGA M. T.; TROCHE-SOUZA C.; VELÁZQUEZ-SALAZAR, S.; VILLEDA-CHÁVEZ, E. et al. **Manglares de México: actualización y exploración de los datos del sistema de monitoreo 1970/1980–2015**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 2017.

VANALDERWEIRELDT, L.; WINKLER, G.; MINGELBIER, M.; SIROIS, P. Early growth, mortality, and partial migration of striped bass (*Morone saxatilis*) larvae and juveniles in the St. Lawrence estuary, Canada. **ICES Journal of Marine Science** v. 76 (7), p. 2235–2246, 2019. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz116>.

VASCONCELOS R. P.; HENRIQUES, S.; FRANCA, S.; PASQUAUD, S.; CARDOSO, I.; LABORDE, M.; CABRAL, I. Global patterns and predictors of fish species richness in estuaries. **Journal of Animal Ecology** v. 84, p. 1331–1341, 2015. doi: 10.1111/1365-2656.12372

VÁZQUEZ-BOTELLO, A.; DE LA LANZA-ESPINO, G.; FRAGOSO, S. V.; PONCE-VELEZ, G. P. Pollution issues in coastal lagoons in the Gulf of Mexico. *In*: Manning, A. J. (ed.): **Lagoon Environments Around the World - A Scientific Perspective**. IntechOpen. Chap. 1, 2019.

VÁZQUEZ DE LA CERDA, A. M. Análisis descriptivo de las masas de agua oceánica que arriban al Golfo de México. *In*: Caso, M.; Pisanty, I.; Ezcurra, E. (comps.): **Diagnóstico ambiental del Golfo de México**. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Nacional de Ecología/Instituto de Ecología/Harte Research Institute for Gulf of México Studies. pp. 69-104, 2004.

VILAR, C. C.; JOYEUX, J. C.; GIARRIZZO, T.; SPACH, H. L.; VIEIRA, J. P.; VASKE-JUNIOR, T. Local and regional ecological drivers of fish assemblages in Brazilian estuaries. **Marine Ecology Progress Series** v. 485, p.181-197, 2013. <https://doi.org/10.3354/meps10343>

WEATHERDON, L.; MAGNAN, A.; ROGERS, A.; SUMAILA, U.; CHEUNG, W. Observed and Projected Impacts of Climate Change on Marine Fisheries, Aquaculture, Coastal Tourism, and Human Health: An Update. **Frontiers in Marine Science** v. 3, p. 48, 2016.

WHITFIELD, A. K. Ichthyofaunal Assemblages in Estuaries: A South African Case study. **Reviews in Fish Biology and Fisheries** v. 9, p. 151-186, 1999. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1008994405375>

WHITFIELD, A. K. Why are there so few freshwater fish species in most estuaries? **Journal of Fish Biology** v. 86, p. 1227–1250, 2015.

WHITFIELD, A. K. Biomass and productivity of fishes in estuaries: a South African case study. **Journal of Fish Biology** v. 89, p. 1917–1930, 2016.

WHITFIELD, A. K.; ELLIOTT, M.; BASSET, A.; BLABER, S. J. M.; WEST, R. J. Paradigms in estuarine ecology. A review of the Remane diagram with a suggested revised model for estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. 97, p. 78-90, 2012.

WHITFIELD, A. K.; HARRISON, P. 2014. Fishes as Indicators of Estuarine Health. *In: Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Elsevier, 2014, Disponivel em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09062-X>.

WHITFIELD, A. K.; PATTRICK, P. Habitat type and nursery function for coastal marine fish species, with emphasis on the Eastern Cape region, South Africa. **Estuarine, Shelf and Marine Science** v. 160, p. 49-59, 2015.

WOLANSKI, E. Estuarine ecohydrology modeling: what works and within what limits?. *In: Wolanski, E.; Day, J. W.; Elliott, M.; Ramachandran, R. (eds.): Coasts and Estuaries. Estuarine Ecohydrology Modeling: What Works and Within What Limits?, Coasts and Estuaries, Elsevier, pp. 503-521, 2019.* <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814003-1.00029-0>.

WOODLAND, R. J.; SECOR, D. H.; FABRIZIO, M. C.; WILBERG, M. J. Comparing the nursery role of inner continental shelf and estuarine habitats for temperate marine fishes. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** v. 99, p. 61-73, 2012.

YANG, H.; WEISBERG, R. H.; NIILER, P. P.; STURGES, W.; JOHNSON, W. Lagrangian circulation and forbidden zone on the West Florida Shelf. **Continental Shelf Research** v.19, p. 1221–1245, 1999.

YOKOTA, L.; CARVALHO, M. R. D. Taxonomic and morphological revision of butterfly rays of the *Gymnura micrura* (Bloch & Schneider 1801) species complex, with the description of two new species (Myliobatiformes: Gymnuridae). **Zootaxa** v. 4332 (1), 2017. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4332.1.1>

YU, L.; GONG, P. Google Earth as a virtual globe tool for Earth Science applications at the global scale: progress and perspectives. **International Journal of Remote Sensing** v. 33(12), p.3966–3986, 2012.

WARWICK, R. M.; SOMERFIELD, P. J. Assessing the conservation status of marine habitats: thoughts from a sandflat on the Isles of Scilly. **Journal of Sea Research** v. 98, p. 109-119, 2015.

WORLD WILDLIFE FOUNDATION (WWF). **Living Planet Report 2020 - Bending the curve of biodiversity loss**. Almond, R.E.A.; Grooten, M.; Petersen, T. (eds.) WWF, Gland, Switzerland. 2020.

ZAVALA-HIDALGO, J.; MOREY, S. L.; O'BRIEN, J. J. Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico using a high resolution numerical model. **Journal of Geophysical Research** v. 108 (C12), p. 3389, 2003.

## ANEXO 1

Especies de peces que registradas en 18 estuarios del estado de Veracruz, México. Acrónimos: SLPN Sistema Lagunar Pánuco-Pueblo Viejo; LTAM Laguna de Tamiagua; STUXTAM Sistema Tuxpan-Tampamachoco; RCAZ Río Cazonas; LEG Laguna El Güirio; RTEC Río Tecolutla; SNACA Sistema Nautia-Casitas; LGRA Laguna Grande; LEL Laguna El Llano; LLM Laguna La Mancha; RLA Río La Antigua; RJA Río Jamapa; SLM Sistema Lagunar Mandinga; SLA Sistema Lagunar Alvarado; LSON Laguna Sontecomapan; LOS Laguna Ostión; RCO Río Coatzacoalcos; RTON Río Tonalá. 1: Presencia de la especie; 0: Ausencia de la especie.

Familia	Especie	SLPV	LTAM	STUXTAM	RCAZ	LEG	RTEC	SNACA	LGRA	LEL	LLM	RLA	RJAM	SLM	SLA	LSON	LOS	RCO	RTO	No. Registros
Triakidae	<i>Mustelus canis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Carcharhinidae	<i>Galeocerdo cuvier</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Carcharhinidae	<i>Rhizoprionodon terraenovae</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Carcharhinidae	<i>Negaprion brevirostris</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus limbatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus porosus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus leucas</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus isodon</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sphyrnidae	<i>Sphyrna tiburo</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sphyrnidae	<i>Sphyrna mokarran</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Squatulidae	<i>Squatina dumeril</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Narcinidae	<i>Narcine brasiliensis</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Narcinidae	<i>Narcine bancroftii</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pristidae	<i>Pristis pectinata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pristidae	<i>Pristis microdon</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rhinobatidae	<i>Pseudobatos lentiginosus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2



























**RAFAEL CHÁVEZ-LÓPEZ:** Biólogo de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM; Maestro en Ciencias por la Facultad de Ciencias de la UNAM; Doctor en Ciencias Ambientales por el Instituto Tecnológico de Boca del Río, Tecnológico Nacional de México. Profesor de la Licenciatura de Biología de FES Iztacala UNAM; área de investigación: Ecología de la zona costera, en particular el estudio de los procesos ecológicos de los peces estuarinos y marinos costeros.  
<https://orcid.org/0000-0002-0936-7365>

**ÁNGEL MORÁN-SILVA:** Biólogo de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM; Maestro en Ciencias por la Facultad de Ciencias de la UNAM; Doctor en Ecología y Pesquerías, por el Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad Veracruzana; Consultor ambiental reconocido por la Facultad de Arquitectura de la UNAM. Profesor de la Licenciatura de Biología de FES Iztacala UNAM; área de investigación: Hidrología, nutrientes y producción primaria en la zona costera, procesos ecológicos de peces y crustáceos en la zona costera, Evaluación del impacto de las pesquerías en Veracruz y Gestión de la zona costera.  
<https://orcid.org/0000-0002-7545-2269>

**SERGIO CHÁZARO-OLVERA:** Biólogo de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM; Maestro en Ciencias en Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos además de Doctor en Ciencias, ambos grados por la Facultad de Ciencias de la UNAM; Profesor de la Licenciatura de Biología de FES Iztacala UNAM; área de investigación: Taxonomía y Ecología de Crustáceos, análisis estadístico de datos ecológicos, procesos ecológicos en sistemas costeros.  
<https://orcid.org/0000-0002-0667-0043>

**ASELA DEL CARMEN RODRÍGUEZ-VARELA:** Bióloga por la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Maestra en Ciencias (Biología) por la Facultad de Ciencias, UNAM. Doctora en Educación por el Centro de Estudios Superiores en Educación (CESE), Profesora e investigadora de la licenciatura de Biología en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, en el área de Ecología como especialista en tópicos de ecología acuática particularmente sobre aspectos ecológicos de los peces en la zona costera de Veracruz y al estudio de comunidades de peces en lagos y presas del Estado de México con énfasis en las especies de peces amenazados o en peligro de extinción.  
<https://orcid.org/0000-0002-4594-1969>

# NOTAS SOBRE LOS PECES QUE OCUPAN LOS ESTUARIOS DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# NOTAS SOBRE LOS PECES QUE OCUPAN LOS ESTUARIOS DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)