



## APROXIMACIÓN HISTÓRICA DE LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES DE PECES EN ARROYO MORENO, VERACRUZ, MÉXICO HISTORICAL APPROACH OF THE FISH SPECIES COMPOSITION IN ARROYO MORENO, VERACRUZ, MEXICO

Adriana Marisol García-Villar<sup>1,1</sup>, Jesús Montoya-Mendoza<sup>2,1</sup>✉ y Rafael Chávez-López<sup>3,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Investigación Acuícola Aplicada, División de Estudios de Posgrado e Investigación, ITBOCA, Km 12 Carretera Veracruz-Córdoba, Boca del Río, Veracruz, C.P. 94290, México. <sup>1,1</sup> [adriana\\_mgv@hotmail.com](mailto:adriana_mgv@hotmail.com), <sup>2,1</sup>✉ [jesusmontoya@bdelrio.tecnm.mx](mailto:jesusmontoya@bdelrio.tecnm.mx)

<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Grupo Académico de Investigación Acuática. Av. De Los Barrios, No. 1, Los Reyes Iztacala, Estado de México, México. C.P. 54090. <sup>3,2</sup> [rafaelcl@unam.mx](mailto:rafaelcl@unam.mx)

### ABSTRACT

Arroyo Moreno (AM) is an estuarine water flow located between Boca del Río and Medellín municipalities from Veracruz State; although this estuarine habitat is situated in a state natural reserve, their environmental conditions had been altered in last decades by anthropogenic activities, which had caused changes on biotic communities including fishes. The aim of this contribution was to describe the temporal variation of fish species composition from Arroyo Moreno; an updated list of fish species was compiled for this estuarine channel, this list was made with ethnographic information provided by local fisherman using surveys, fish species catalogues, previous publications and complemented with cast net samplings. Sixty-two fish species were recorded, of these 18 were collected directly for us, another 41 species were identified by surveyed fishermen; the most abundant ecological guilds were marine temporary, freshwater temporary, and marine migrant species. With the historical fishermen's information was inferred that both fish species richness, abundance and size had diminished noticeably in commercial fish species mainly, this outcome was related by the fishermen to the use of estuarine channel as drainage attributed to urban development in the zone.

**Key words:** Estuary, ecological guilds, fish inventory, species richness, urbanization.

## RESUMEN

Arroyo Moreno es una corriente de agua con influencia estuarina ubicado en el área conurbada de los municipios de Boca del Río y Medellín del estado de Veracruz, a pesar de que forma parte de una reserva natural estatal, sus condiciones ambientales han sido alteradas en las últimas décadas por actividades antrópicas que han provocado cambios en las comunidades bióticas, incluida la de peces. Esta contribución tuvo como objetivo mostrar la variación temporal de la composición de especies de peces en Arroyo Moreno; se presenta un listado actualizado de las especies de peces para este canal estuarino, que fue elaborado mediante la recopilación de información etnográfica aportada por pescadores locales usando encuestas, catálogos ilustrados de peces, información bibliográfica y colectas en el sitio con redes tipo atarraya. Se registraron 62 especies en total, 18 se colectaron directamente, otras 41 especies de peces fueron identificadas por los pescadores encuestados; los gremios ecológicos con mayor riqueza de especies fueron los marino-ocasionales, dulceacuícolas ocasionales y marino-migratorias. Con la información histórica recabada con los pescadores se infirió que en las dos últimas décadas la riqueza, abundancia y tallas de las especies de peces han disminuido, particularmente las que se usan como recurso pesquero, este efecto lo atribuyen al uso del estuario como drenaje de aguas residuales por el aumento del crecimiento urbano en la zona.

**Palabras clave:** Estuario, fauna íctica, gremios ecológicos, riqueza de especies, urbanización.

## INTRODUCCIÓN

El proceso de urbanización de la zona del puerto de Veracruz ha propiciado que diferentes hábitats naturales hayan desaparecido o bien que al paso del tiempo queden insertos en la mancha urbana, tal es el caso del Arroyo Moreno (AM) que forma parte de la reserva natural estatal del mismo nombre, ubicada entre los municipios de Boca del Río y Medellín. Como hábitat estuarino destaca su valor natural como corredor biológico, además que presenta un fragmento importante de bosque de manglar dominado por *Rhizophora mangle* Linnaeus, 1753; de acuerdo a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2010), de las 450 hectáreas originales del área protegida solo quedan 287 alcanzando una deforestación del 60% de la superficie.

Desde hace décadas la urbanización de la zona aledaña a la Reserva Natural Estatal Arroyo Moreno (RNEAM) ha provocado que algunas áreas sean usadas como tiradero de basura a cielo abierto, a lo que se suman las descargas de aguas domésticas e industriales desde el canal de la Zamorana y del dren B (Méndez-Álvarez, 2013).

En contraste con estos impactos, López-Portillo et al. (2009) presentaron los registros de más de 350 especies de hongos y plantas, 150 especies de insectos, 15 de anfibios, 50 de reptiles, 74 de aves y 41 especies de mamíferos, en este listado no se presentan registros de peces, aunque en los hechos actualmente ocurre algún nivel de pesca artesanal mediante atarrayas o anzuelos. Al respecto, sobre esta zona no existen registros recientes de la composición de especies de peces ni estadísticas pesqueras, de las que se reconoce que cuando existen en recursos acuáticos de las costas tropicales adolecen de cobertura espacial y temporal, además de que presentan imprecisiones taxonómicas que distorsionan y enmascaran la información (Watson et al., 2004).

Ante este tipo de situaciones, la recuperación de la experiencia, percepciones y opiniones de las personas que explotan directamente los recursos naturales, como en el caso de las pesquerías costeras, se reconocen como materias fundamentales que se deben considerar en la construcción de sus procesos de administración (Davis et al., 2004). El conocimiento ecológico local (CEL) cuando se reúne con los resultados de la investigación científica ha generado conocimiento sobre patrones y

procesos biológicos, que ha permitido lograr diagnósticos y aportar una dimensión histórica al uso de los recursos pesqueros (Zeller et al., 2005).

Con base en estos hechos, el propósito de este trabajo es presentar un inventario de las especies de peces que se han capturado en AM, además de hacer una comparación cronológica cualitativa de la riqueza de especies basándose en registros propios y principalmente con la recuperación de la memoria histórica de la pesca en el lugar.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Área de estudio**

AM es parte de la cuenca hidrológica del río Jamapa, se origina en deshielos de las laderas nor-orientales del volcán Citlaltépetl a 5610 metros sobre el nivel del mar (msnm). El río Jamapa se origina a 4700 msnm en el límite de los estados de Puebla y Veracruz. A 50 Km de su nacimiento su cauce sigue un rumbo al sureste en zonas de topografía media. Al transcurrir en las zonas de menor pendiente forma numerosos meandros, en las inmediaciones del municipio de Medellín de Bravo fluye en el río Cotaxtla y de esta confluencia, el río Jamapa se orienta hacia el norte desviándose hacia el oriente formando una margen izquierda que define al Arroyo Moreno (Fuentes-Mariles et al., 2014).

En el municipio de Boca del Río, el cauce forma parte de la RNEAM, administrada por este municipio y el de Medellín de Bravo, abarca una superficie de 308 hectáreas (Rodríguez-Zúñiga et al., 2013); se localiza en las coordenadas 19° 05' y 19° 08' N y 96° 06' y 96° 09' O. El clima de la región es cálido subhúmedo (Aw2), con una temperatura media anual de 22°C y la temperatura del mes más frío es 18°C. La precipitación del mes más seco oscila entre 0 y 60 mm; y el porcentaje de lluvia invernal de 5% a 10.2% del total anual (GOEV, 1999).

La zona está sujeta climáticamente a tres estaciones, la de nortes que abarca de noviembre a marzo, con escasa precipitación, temperatura del aire baja y frecuentes llegadas de aire frío boreal; la estación de secas, de abril a junio y puede extenderse hasta agosto, con las mayores temperaturas, menor precipitación pluvial y volúmenes bajos de agua en los cauces, y la época de lluvias abarca de agosto a octubre, es cuando suceden las mayores descargas pluviales que llegan a ocasionar inundaciones (Martínez-Gómez, 1996).

Como hábitat estuarino, AM recibe agua dulce del río Jamapa y agua marina por los intercambios mareales con el golfo de México, el patrón mareal es de tipo mixto diurno. El canal de agua que se localiza dentro del área protegida sigue un curso de 11 Km de longitud, la columna presenta una profundidad promedio de 1.5 m, pero hay sitios con más de 3 m, en el fondo predominan sedimentos limosos; la corriente desemboca en el margen izquierdo del río Jamapa a unos 1300 m de la boca estuarina que se comunica al mar (CONABIO, 2010) (Fig. 1).



Fig. 1. Ubicación de la Reserva Natural Estatal Arroyo Moreno en el municipio de Boca del Río, Veracruz. El polígono señala la superficie de la reserva, los asteriscos indican los sitios de muestreo.

En esta contribución se hizo un análisis temporal cuantitativo y cualitativo de la ictiofauna de AM siguiendo tres pautas ecológicas, la variación de la riqueza de especies, la variación en la composición de los gremios ecológicos y una aproximación a la modificación funcional con base en los niveles tróficos de las especies reconocidas. Al considerar la modificación de una comunidad en el tiempo, éste enfoque permite inferir pautas para entender las consecuencias de disturbios naturales, de impactos antrópicos y para examinar cambios en el tiempo (Connell et al., 2008).

La información para esta fase de la investigación consistió en la colecta de los organismos, con cinco muestreos realizados entre marzo a agosto de 2018 en tres sitios de muestreo ubicados en las coordenadas  $19^{\circ} 07'00$  N -  $96^{\circ} 07'49$  O,  $19^{\circ} 06' 40$  N -  $96^{\circ} 07'10$  O y  $19^{\circ} 06' 08$  N -  $96^{\circ} 06'45$  O (Fig. 1); los peces fueron capturados con una atarraya de 5 m de diámetro, 3 m de caída y media pulgada de luz de malla, en cada punto se hicieron 15 lances por muestreo; éste arte de pesca se seleccionó porque es el que se ha usado históricamente y se usa por los pescadores en AM.

Los peces se colocaron en contenedores de plástico con hielo, posteriormente fueron trasladados al Laboratorio de Investigación Acuícola Aplicada del Instituto Tecnológico de Boca del Río, donde se lavaron, se fijaron con formalina al 5% y se almacenaron en una solución de alcohol etílico al 70%. Se identificaron con las claves de Castro-Aguirre et al. (1999), Carpenter (2002) y Miller et al. (2009). Cada espécimen se midió en longitud total en cm y el peso en g; los gremios ecológicos se determinaron basados en el uso del estuario por las poblaciones de peces con los criterios propuestos por Potter et al. (2015); el nivel trófico de las especies se compiló a partir de la información disponible en Froese y Pauly (2019), de acuerdo a esta clasificación se asigna un nivel de 1 a las fuentes de producción primaria, nivel 2 a los consumidores de fuentes primarias; a partir de las combinaciones de alimentos se asignan otros niveles, por ejemplo en el caso del nivel 3 se asume que en las dietas de las especies estuarinas predominan presas heterótrofas como invertebrados, zooplancton, micro y macrocrustáceos bentónicos, hacia el nivel 4 las especies tienden al consumo de peces únicamente o combinados con macro crustáceos.

La fase cualitativa de la investigación se realizó en el contexto de un estudio de caso único (Hernández-Sampieri, 2014), que se centra en conocer y comprender las experiencias de los pescadores de AM; también es de carácter descriptivo y explicativo ya que recogió información directamente de las personas que ejercen la pesca artesanal, explicando cómo han detectado cambios en el tiempo del que es parte de su manutención diaria. Además, la evaluación del entorno natural o de sus recursos, emitida por los nativos tiene connotaciones importantes por los antecedentes históricos, sociales y económicos que los relacionan a este (Gómez-Aguirre, 2014).

Este enfoque cualitativo de investigación pugna con el conocimiento científico que procura que el observador (factor humano) no influya en el registro de la información. Sin embargo, en cualquier actividad humana la experiencia adquirida también es fuente de una información valiosa. En este sentido, se reconoce que los pescadores artesanales alcanzan un conocimiento empírico significativo sobre el ambiente, las condiciones oceanográficas y meteorológicas, el funcionamiento de sus métodos de pesca y la dinámica ecológica de las poblaciones de los organismos acuáticos (Johannes et al., 2000).

El conocimiento ecológico local (CEL) (Cuello y Duarte, 2010) se desdeña por considerarse impreciso, subjetivo y poco verificable, relegándole a notas anecdóticas simples, por lo que es subutilizado por la comunidad científica. No obstante, Hall y Close (2007) proponen que esta experiencia puede contribuir para determinar las prioridades para el manejo sostenible de los recursos pesqueros integrando la situación económica y social de este grupo humano.

Para esta fase se utilizó una entrevista semi-estructurada como instrumento de recopilación de información, esta técnica flexible permitió conocer las opiniones de los pescadores artesanales como parte de una construcción de significados que hacen los propios sujetos con base a su experiencia, además de recuperar la memoria histórica (como era la situación “antes”, es decir, en el pasado definido por la memoria colectiva, y como es “ahora”) sobre aspectos varios de la actividad (proceso de pesca, capturas y esfuerzos, especies objetivo, entre otros) y establecer un diagnóstico de la situación actual del recurso que pescan (Vieytes, 2004).

Para obtener la información histórica sobre las especies de peces colectadas en décadas anteriores se recurrió a un método etnográfico aplicando las entrevistas a una muestra formada de pescadores mayores de 30 años pertenecientes a las cooperativas de pescadores de los municipios de Boca del Río y Medellín y que manifestasen seguir pescando de manera frecuente en AM; la secuencia de preguntas del cuestionario permitió obtener información sobre edad, escolaridad, capacitación, empleo de artes de pesca, tipo de embarcación, además de preguntas sobre las especies de peces capturadas, su ocurrencia en el sitio, abundancia y sobre la pesca como fuente de ingresos; y de agregar otra información que espontáneamente aportaron los pescadores. La información de cada entrevista se comparó para evitar reportar información confusa (Alcalá, 2017; Troncoso-Pantoja y Amaya-Placencia, 2017).

Para apoyar la identificación, uso y disponibilidad pasada y presente de los peces, se elaboró un catálogo fotográfico con las 52 especies de peces reportadas por Martínez-Gómez (1996) y SNIB-CONABIO (2008), las imágenes se compilaron con las disponibles en catálogos de peces de la región como los de McEachran y Fechelm (2005) y Chávez-López et al. (2010), también se consideraron las disponibles en Miller et al. (2009) y Froese y Pauly (2019). Se integraron otras especies aportadas por los pescadores. Con esta información se elaboró el listado histórico de las especies identificadas, a partir del nombre común local y el nombre científico respectivo que para cada especie se actualizó siguiendo el criterio de Froese y Pauly (2019).

Los listados obtenidos se compararon mediante el cuestionario, las fuentes bibliográficas y de las capturas realizadas, utilizando la variación de la riqueza de especies, número de especies por gremio ecológico y número de especies por gremio trófico como indicadores de los cambios temporales de la diversidad íctica de este sitio; de la misma manera se usó la riqueza de especies de importancia comercial; este criterio fue establecido por los pescadores entrevistados.

## RESULTADOS

Se obtuvo información de 40 pescadores cooperativistas, en edades entre 31 y 56 años, en este grupo predominó una formación escolar de nivel primaria (76%), secundaria trunca (18%) y secundaria concluida (4%); 43% declaró que se dedican todo el año a la actividad pesquera artesanal como único medio de ingresos económicos, argumentan que esto ocurre debido a la falta de empleo que se vive en el municipio. Los restantes tienen otros empleos informales en el ramo del comercio y los servicios, en esta categoría se están incorporando actividades como guías turísticos aprovechando algunos elementos carismáticos de la zona. La mayoría señaló que no tienen ningún tipo de capacitación técnica pero que si están enterados de los periodos de veda para los recursos que pescan. 37% de los pescadores todavía usan lanchas de madera sin motor para desplazarse a los sitios de pesca y todos usan atarrayas de filamento plástico para captura de peces.

De éste grupo se recuperó el registro de 41 especies que se capturaban hace 20 años en AM. Con los registros obtenidos por los autores se obtuvo la identificación directa de otras 18 especies, esta información se completó con las especies señaladas en el reporte de SNIB-CONABIO (2008), la información compilada permitió identificar a 62 especies de 49 géneros y 28 familias, el 40% de las especies se calificó con importancia comercial (Tabla 1).

Tabla 1. Ictiofauna de AM. A) Especies referidas por los pescadores, B) especies reportadas por SNIB-CONABIO (2008), C) especies capturadas durante el periodo de estudio. Gremios ecológicos: MM: Marinas migrantes; MO: Marinas ocasionales; EC: Especies catádromas; EE: Especies Estuarinas; DO: Dulceacuícolas Estacionales; \* Especies de uso comercial.

Familia	Especie	Gremio ecológico	Nivel trófico	A	B	C
Achiridae	<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	MM	3.5	X	X	
Ariidae	<i>Arius felis</i> (Linnaeus, 1766)*	MM	3.2		X	
	<i>Bagre marinus</i> (Mitchill, 1815)*	MO	3.5	X	X	
	<i>Cathorops aguadulce</i> (Günther, 1864)*	EE	4.4	X	X	X
Batrachoididae	<i>Opsanus beta</i> (Goode y Bean, 1880)	MM	3.6	X	X	
Carangidae	<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)*	MO	4.1	X		
	<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)*	MO	3.6	X		
	<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch y Schneider, 1801)	MO	4.3	X		
Centropomidae	<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	MO	4.3	X	X	
	<i>Centropomus parallelus</i> (Poey, 1860)*	EC	4.2	X	X	X
	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)*	EC	4.2	X		
Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	DO	3.0	X	X	
	<i>Brycon guatemalensis</i> (Regan 1908)	DO	2.3		X	

Continuación Tabla 1.

Familia	Especie	Gremio ecológico	Nivel trófico	A	B	C
Cichlidae	<i>Mayaheros urophtalmus</i> (Günther, 1862)*	DO	3.9	X		X
	<i>Thorichthys maculopinnis</i> (Steindachner, 1864)*	DO	3.3	X	X	
	<i>Thorichthys callolepis</i> (Regan, 1904)	DO	3.3		X	
	<i>Vieja fenestrata</i> (Günther, 1860)*	DO	2.7		X	
	<i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner, 1864)*	DO	2.1	X	X	
	<i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852)*	DO	2.2	X		
	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)*	DO	2.0			X
Clupeidae	<i>Dorosoma anale</i> (Meek, 1904)	DO	3.4		X	
	<i>Dorosoma petenense</i> (Günther, 1867)	DO	2.8	X	X	X
Eleotridae	<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792)*	EE	2.5	X	X	
	<i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin, 1789)	EE	3.7	X	X	
	<i>Gobiomorus dormitor</i> (Lacepède 1800)	EE	3.6	X	X	
Engraulidae	<i>Anchoa mitchilli</i> (Valenciennes, 1848)	MM	3.5	X	X	
	<i>Atherinella salei</i> (Alvarez y Carranza, 1952)	DO	3.0		X	
	<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	MO	2.1			X
Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	MO	4.5	X	X	
Gerreidae	<i>Diapterus auratus</i> (Ranzani, 1842)	MM	2.4	X		X
	<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	MM	3.4	X	X	
	<i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier, 1830)	MO	2.2			X
	<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)	MO	3.5	X		
	<i>Ulaema lefroyi</i> (Goode, 1874)	MO	3.3	X		
Gobiidae	<i>Gobioides broussonnetii</i> (Lacepède, 1800)	EE	3.7	X		
	<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)	EE	3.5		X	
Haemulidae	<i>Pomadasys croco</i> (Cuvier, 1830)*	MO	4.0	X	X	X
Ictaluridae	<i>Ictalurus meridionalis</i> (Günther, 1864)*	DO	3.7	X	X	
Lutjanidae	<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)*	MO	4.2	X		
Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i> (Valenciennes, 1847)*	MO	4.5	X	X	
Mugilidae	<i>Agonostomus monticola</i> (Bancroft, 1834)	DO	3.0		X	
	<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758)*	MM	2.5	X	X	X
	<i>Mugil curema</i> (Valenciennes, 1836)*	MM	2.0	X		X
Paralichthyidae	<i>Citharichthys spilopterus</i> (Günther, 1862)	MM	3.6	X	X	X

Continuación Tabla 1.

Familia	Especie	Gremio ecológico	Nivel trófico	A	B	C
Poeciliidae	<i>Belonesox belizanus</i> (Kner, 1860)	DO	2.9	X	X	
	<i>Gambusia sexradiata</i> (Hubbs, 1936)	DO	3.5			X
	<i>Poecilia formosa</i> (Girard, 1859)	DO	2.5		X	
	<i>Poecilia latipunctata</i> (Meek, 1904)	DO	2.7		X	
	<i>Poecilia mexicana</i> (Steindachner, 1863)	DO	2.0	X		
	<i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1859)	DO	3.2		X	
Polynemidae	<i>Polydactylus octonemus</i> (Girard, 1858)	MO	3.6	X	X	
Sciaenidae	<i>Bairdiella chrysoura</i> (Lacepède, 1802)	MM	3.2	X	X	X
	<i>Cynoscion arenarius</i> (Ginsburg 1930)*	MO	4.2			X
	<i>Cynoscion nebulosus</i> (Cuvier, 1830)*	MO	4.0			X
	<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)	MM	3.1			X
	<i>Stellifer lanceolatus</i> (Holbrook, 1855)	MM	3.5	X		
Serranidae	<i>Serranus atrobranchius</i> (Cuvier, 1829)	MO	3.5			X
Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)*	MM	3.5	X		
Syngnathidae	<i>Syngnathus scovelli</i> (Evermann y Kendall, 1896)	MO	3.3	X	X	
Tetraodontidae	<i>Spheroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	MO	3.4		X	
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i> (Linnaeus, 1758)*	MO	4.4	X	X	
Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1793)*	MO	3.8		X	
	Total de especies 62			41	39	18
	Número de especies con uso comercial 25			19	14	9

Las familias con mayor número de especies fueron Cichlidae (7), Poeciliidae (6), Gerreidae (5), Sciaenidae (5), Carangidae (4). Ariidae, Mugilidae y Engraulidae tuvieron tres especies cada una; éste conjunto representó al 58% de las especies. Las especies que se encontraron en los tres listados fueron *B. chrysoura*, *C. spilopterus*, *M. cephalus*, *P. crocro*, *C. parallelus*, *M. urophthalmus* y *C. aguadulce*. La variación de la riqueza de especies indica una disminución de la biodiversidad de peces mayor al 50%.

Varias especies de origen marino como *A. probatocephalus*, *M. atlanticus*, *L. griseus*, *B. marinus* y *Caranx* spp., catadromas como *C. undecimalis* y estuarinas como *D. maculatus* y *T. maculopinnis*.



Llama la atención la presencia de las tilapias introducidas *O. niloticus* y *O. aureus* reconocidas por su tolerancia a diferentes concentraciones de salinidad y a condiciones acuáticas perturbadas. Por gremios ecológicos, las especies de peces marinas ocasionales (MO) y las dulceacuícolas ocasionales (DO) dominaron la composición de los ensamblajes con 21 especies cada uno, seguido de las especies marinas migrantes 12 especies, las especies estuarinas (6) y solo dos especies catádrumas del género *Centropomus*.

En los registros de los autores las especies marino migrantes (MM) fueron más numerosas; en todos los gremios ocurrió una disminución notable de la riqueza de especies durante el período de tiempo analizado (Tabla 2).

Tabla 2. Variación en la riqueza A) especies referidas por los pescadores cooperativistas, B) especies reportadas por SNIB-CONABIO (2008), C) especies capturadas durante el periodo de estudio. Gremios ecológicos: MM: Marinas migrantes; MO: Marinas ocasionales; EC; Especies catádrumas; EE: Especies Estuarinas; DO: Dulceacuícolas Estacionales.

Gremio ecológico	A	B	C
MM	11	9	5
MO	13	9	7
DO	11	15	4
EE	4	4	1
EC	2	1	1
Total	41	39	18

La comparación de los niveles tróficos no mostró una variación notoria, se reconocieron especies de todos los niveles tróficos, pero la cantidad de especies disminuyó en los niveles tróficos de consumidores bentófagos y de consumidores ictiófagos (Tabla 3).

Tabla 3. Variación de los niveles tróficos a través del tiempo, A) especies referidas por los pescadores, B) especies reportadas por SNIB-CONABIO (2008), C) especies capturadas durante el periodo de estudio. En cada compartimiento: número de especies, promedio y el intervalo de cada nivel trófico entre paréntesis.

Nivel trófico	A	B	C
2.0	5, 2.14 (2.0-2.4)	3, 2.26 (2.1-2.4)	4, 2.075 (2.0-2.2)
2.5	4, 2.67 (2.5-2.8)	7, 2.65 (2.5-2.9)	2, 2.65 (2.5-2.8)
3	8, 3.35 (3.2-3.5)	10, 3.19 (3-3.4)	4, 3.28 (3.1-3.5)
3.5	12, 3.6 (3.5-3.9)	13, 3.58 (3.5-3.8)	3, 3.8 (3.5-3.9)
> 4.0	12, 4.28 (4.1-4.5)	7, 4.32 (4.0-4.5)	5, 4.24 (4.0-4.4)

Los pescadores también indican que el número de especies ha descendido, particularmente las de interés comercial, incluso manifiestan que algunos recursos como los tiburones y rayas, ya no se han observado ni capturado desde hace más de 10 años, lo mismo se comentó respecto a la observación de mamíferos acuáticos como las toninas y nutrias. Narran que entre las especies de valor comercial que son menos frecuentes están los roncós, corvinas y truchas de mar (*Sciaenidae*),

los pargos (Haemulidae, Lutjanidae), sargos (Sparidae), otras que “hace mucho que no ven”, mencionan al peto, sierra, bonito (Scombridae) y cazones que “aunque chiquillos se vendían bien” o “aunque sea servían pa’ comer”.

Los pescadores manifiestan una disminución drástica del número y del tamaño de organismos capturados por especie, lo que merma sus ingresos económicos y hace incosteable la actividad porque actualmente requieren emplear un mayor esfuerzo para poder pescar y el volumen de lo que capturan es menor respecto a tiempos anteriores; las especies comerciales se perciben como escasas y en general los individuos atrapados son cada vez más pequeños al caso que “si están chiquitos mejor los devolvemos al agua, no tienen carne”.

## DISCUSION

Con la reserva de *considerar las diferencias de los métodos empleados* para la obtención de la información para éste análisis, las familias con mayor número de especies en AM ocurren de manera frecuente en los elencos de los peces estuarinos del estado de Veracruz (Chávez-López et al., 2005; Rodríguez-Varela et al., 2010; Ayala-Pérez et al., 2012; González-Gándara et al., 2012). Una diferencia es que en AM se indica la presencia de numerosas especies de agua dulce (*B. guatemalensis*, *T. maculopinnis*, *T. callolepis*, *I. meridionalis* y *A. salei*); la disminución de la riqueza específica y la inconsistencia en la composición de especies en el tiempo *apunta* hacia un cambio *similar* a los que ocurren en estuarios perturbados (Feyrer et al., 2015). Otra diferencia en AM es que el gremio dulceacuícola ocasional contribuyó con numerosas especies, aunque se afirma que en general las comunidades de peces en los estuarios están dominadas generalmente por las especies marinas tanto migratorias como ocasionales (Potter et al., 2015), esta combinación muestra la dinámica de los procesos hidrológicos costeros en la composición de los ensamblajes de especies de AM.

En los últimos años se ha manifestado la importancia de considerar la diversidad funcional de las comunidades acuáticas (Baptista et al., 2015), entre sus indicadores están los relacionados a la modificación de la dinámica trófica; la composición de los niveles tróficos fue similar a lo largo del tiempo, pero también se manifestó la tendencia de la disminución del número de especies de peces en el último listado, esto *señala una posible reducción* de la cantidad de especies participantes en los distintos niveles de las mallas tróficas, en comunidades de peces que habitan estuarios perturbados generalmente desaparecen los niveles tróficos superiores y se mantienen las especies en los niveles que son menos afectados por los cambios ambientales y con capacidad de consumir los recursos alimenticios disponibles como el detritus (Villéger et al., 2010), en AM incluso se presentaron especies que son consumidoras de detritus y tolerancia a condiciones ambientales adversas como los cíclidos introducidos *Oreochromis* spp.

La disminución de las tallas de captura fue una opinión generalizada, que asociaron a la perturbación de AM como hábitat propicio para el desarrollo de juveniles, además se ha documentado que cuando sucede una reducción paulatina del tamaño de los individuos capturados sugiere la existencia de sobrepesca que altera la estructura de la población al disminuir la fracción de individuos adultos reproductivos favoreciendo un proceso de “enanismo” (Froese y Binohlam, 2000; Gómez-Aguirre, 2014).

Los pescadores argumentan que la pérdida de especies y la disminución de la abundancia y las tallas se debe al crecimiento de la mancha urbana con efectos sobre el cambio de uso del suelo que disminuye la superficie del manglar, que reconocen como una zona que “sirve para que los pescaditos crezcan”; también deben ser considerados los impactos directos e indirectos del basurero

a cielo abierto en las márgenes de AM del que no se han realizado labores de remediación (GEV, 2006).

Al respecto, López-Portillo et al. (2009), mencionan que a pesar de la importancia de la reserva AM en la zona conurbada Veracruz-Boca del Río, entre 1976 y 2015 se perdió un 14% de la superficie con cobertura de manglar y otro 2% desapareció de 2005 a 2010, en coincidencia con el número de asentamientos humanos que se incrementó en el mismo lapso de 1417 a 4702 ha (CONABIO, 2010), y los censos poblacionales consignan el aumento de la población del municipio de Boca del Río de 61883 en 1980 a 142207 habitantes en 2015 (INEGI, 2018).

El segundo problema que identifican los pescadores es la disminución de la calidad del agua, que sucede por el vertimiento de efluentes de aguas residuales de las plantas de tratamiento “La Zamorana” (capacidad de 230L/segundo) y “Dren B” (capacidad de 68L/segundo), además de aguas de enfriamiento descargadas por la Planta Termoeléctrica de Dos Bocas a través de un canal artificial (Pérez-Ruiz et al., 2011); también asumen que la alteración de las características del agua ha provocado que la calidad de AM sea “mala” para los peces, pero hasta ahora no se han determinado los efectos de estas perturbaciones sobre la calidad ecológica de AM y de la reserva ecológica completa.

Los indicios aportados por la percepción de los pescadores locales y los hallazgos de campo señalan que en dos décadas ha disminuido la riqueza de especies, la abundancia y tallas de los peces, sobre todo los de uso comercial, como resultado del crecimiento de la zona urbana alrededor del área protegida, por el notable deterioro del cuerpo de agua y sus efectos sobre las poblaciones de peces, también conocen que la ausencia de regulación del vertimiento de aguas residuales en AM está limitando la colonización de las especies de peces en éste cuerpo de agua. Estos impactos deberían estar considerados y atendidos por el hecho que AM forma parte de un área estatal protegida, pero en la realidad son mínimas las medidas de protección o de restauración que se realizan para mantener las condiciones ecológicas saludables de este hábitat estuarino.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento del proyecto Clave: 6109.19-P. La autora Adriana Marisol García-Villar agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo mediante la beca de posgrado clave-820595.

## REFERENCIAS

1. Alcalá G., 2017. Coastal fishermen and coastal environment transformation in the Pacific Central American Coastal Large Marine Ecosystem. *Environmental Development*, 22: 78-83.  
DOI: [10.1016/j.envdev.2017.04.003](https://doi.org/10.1016/j.envdev.2017.04.003)
2. Ayala-Pérez L.A., Terán-González G.J., Ramos-Miranda J. y Flores-Hernández D., 2012. Cambios interanuales en la abundancia de la comunidad de peces en la costa occidental de Campeche, México. *Ciencias Marinas*, 38(2): 395-410.
3. Baptista J., Martinho F., Nyitrai D., Pardal M.A. y Dolbeth M., 2015. Long term functional changes in an estuarine fish assemblage. *Marine Pollution Bulletin*, 97(1-2): 125-134.  
DOI: [10.1016/j.marpolbul.2015.06.025](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.06.025)

4. Carpenter K.E. (Ed.), 2002. The living marine resources of the Western Central Atlantic. FAO species identification guide for fishery purposes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Roma, FAO.
5. Castro-Aguirre J.L., Espinosa H. y Schmitter-Soto J.J., 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. México, Ed. Noriega-Limusa.
6. Chávez-López R., Franco-López J., Morán-Silva A. y O'Connell M.S., 2005. Long-term fish assemblage dynamics of the Alvarado Lagoon Estuary, Veracruz, Mexico. *Gulf and Caribbean Research*, 17: 145-156. DOI: [10.18785/gcr.1701.15](https://doi.org/10.18785/gcr.1701.15)
7. Chávez-López R., Rocha-Ramírez A. y Cházaro-Olvera S., 2010. Peces del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. México, UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
8. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2010. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.  
[www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/sitpriogw.xml?\\_httpcache=yes&\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/sitpriogw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no) (accesado marzo 22, 2019)
9. Connell S.D., Russell B.D., Turner D.J., Shepherd S.A., Kildea T., Miller D., Airoidi L. y Cheshire A., 2008. Recovering a lost baseline: missing kelp forests from a metropolitan coast. *Marine Ecology Progress Series*, 360: 63-72. DOI: [10.3354/meps07526](https://doi.org/10.3354/meps07526)
10. Cuello F. y Duarte L.D., 2010. El pescador artesanal, fuente de información ecológica para la ordenación pesquera en el Mar Caribe de Colombia. *Proceedings of Caribbean Marine Fisheries Institute*, 62: 463-470.
11. Davis A., Hanson J.M., Watts H. y McPherson H., 2004. Local ecological knowledge and marine fisheries research: the case of white hake (*Urophycis tenuis*) predation on juvenile American lobster (*Homarus americanus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61: 1191-1201. DOI: [10.1139/f04-070](https://doi.org/10.1139/f04-070)
12. Feyrer F.V., Cloern J.E., Brown L.R., Fish M.A., Hieb K.A. y Baxter R.D., 2015. Estuarine fish communities respond to climate variability over both river and ocean basins. *Global Change Biology*, 21(10): 3608-3619. DOI: [10.1111/gcb.12969](https://doi.org/10.1111/gcb.12969)
13. Froese R. y Binohlan C., 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length. Length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56:758-773. DOI: [10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x)
14. Froese R. y Pauly D., (Eds.), 2019. FishBase: World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) (accesado mayo 20, 2019).
15. Fuentes-Mariles O.A., Franco V., Luna-Cruz F., Vélez-Morales L. y Morales-Rodríguez H.L., 2014. Caracterización fluvial e hidráulica de las inundaciones en México convenio CNA-SGT-GASIR-09/2014, organismo de cuenca X, Golfo centro ciudad de Veracruz, Veracruz ríos Jamapa y Cotaxtla. Comisión Nacional del Agua e Instituto de Ingeniería, UNAM. 87 p.

16. Gaceta Oficial del Estado de Veracruz (GOEV), 1999. Decreto por el que se declara área natural protegida, como zona sujeta a conservación ecológica, el lugar conocido como Arroyo Moreno del Municipio de Boa del Río, Veracruz. Gobierno estatal de Veracruz de Ignacio de Llave, Secretaría de Desarrollo Regional. Gaceta oficial del Estado no. 146. 25 de noviembre de 1999.
17. Gobierno del Estado de Veracruz (GEV), 2006. Programa de manejo del área natural protegida Arroyo Moreno. Boca del Río-Medellín de Bravo, Veracruz. México, Gobierno del Estado de Veracruz.
18. Gómez-Aguirre A.M., 2014. El tiempo y el lugar de los peces: saberes asociados a la pesca en Puerto César, golfo de Urabá. Boletín de Antropología Universidad de Antioquia, 29(48): 66-91.
19. González-Gándara C., De la Cruz-Francisco V., Salas-Pérez J.J. y Domínguez-Barradas C., 2012. Lista de los peces de Tuxpan, Veracruz, México. Revista Científica UDO Agrícola, 12(3): 675-689.
20. Hall B. y Close C.H., 2007. Local knowledge assessment for a small-scale fishery using geographic information systems. Fisheries Research, 83: 11-22. DOI: [10.1016/j.fishres.2006.08.015](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.08.015)
21. Hernández-Sampieri R., 2014. Metodología de la investigación. México, McGraw-Hill/Interamericana.
22. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2018. Anuario estadístico y geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave, 2014. México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
23. Johannes R.E., Freeman M.R. y Hamilton R., 2000. Ignore fishers' knowledge and miss the boat. Fish and Fisheries, 1: 257-271. DOI: [10.1111/j.1467-2979.2000.00019.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2000.00019.x)
24. López-Portillo J., Gómez L.R., Lara-Domínguez A.L., Ávila-Ángeles A. y Vázquez-Lule A.D., 2009. Caracterización del sitio de Manglar Arroyo Moreno. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica, pp 1-17. CONABIO, México, D.F.
25. Martínez-Gómez J. (Comp.), 1996. Arroyo Moreno: su flora y su Fauna. México, Gobierno del Estado de Veracruz y H. Ayuntamiento de Boca del Río.
26. McEachran J.D. y Fechelm J.D., 2005. Fishes of the Gulf of Mexico. Austin, University of Texas Press.
27. Méndez-Álvarez J.C., 2013. Análisis del estado actual de conservación del área natural protegida Arroyo Moreno (Boca del Río, Veracruz), bajo un enfoque de intervención ecológica (tesis de maestría en Ecología Tropical, Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana, Veracruz, México).
28. Miller R.R., 2009. Peces dulceacuícolas de México. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sociedad Ictiológica Mexicana A. C., El Colegio de la Frontera Sur y Consejo de los Peces del Desierto México-Estados Unidos.
29. Pérez-Ruiz M.A., Alcaraz Z.T., Rangel-Avalos M.A., Zea-de la Cruz H. y Ortiz-Lozano L., 2011. Principales problemáticas de la zona conurbada; Veracruz, Boca del Río y Medellín: causas y actores involucrados. Informe Técnico, Manejo Integrado de Zonas Costeras (tesis de maestría,

Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana, México).  
DOI: [10.13140/RG.2.2.29161.95841](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29161.95841)

30. Potter I.C., Tweedley J.R., Elliott M. y Whitfield A.K., 2015. The ways in which fish use estuaries: a refinement and expansion of the guild approach. *Fish and Fisheries*, 16(2): 230-239. DOI: [10.1111/faf.12050/full](https://doi.org/10.1111/faf.12050/full)
31. Rodríguez-Varela A.C., Cruz-Gómez A. y Vázquez-López H., 2010. List of the ichthyofauna in the Sontecomapan Lagoon, Veracruz, México. *BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología*, 3(9): 107-121.
32. Rodríguez-Zúñiga M.T., Troche-Souza C., Vázquez-Lule D., Márquez-Mendoza J.D., Vázquez-Balderas B., Valderrama-Landeros R., Velázquez-Salazar S., Cruz-López M.I., Ressler R., Uribe-Martínez A., Cerdeira-Estrada S., Acosta-Velázquez J., Díaz-Gallegos J., Jiménez-Rosenberg R., Fueyo-MacDonald L. y Galindo-Leal C., 2013. Manglares de México/ extensión, distribución y monitoreo. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.
33. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), 2008. Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.  
[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/anexos/GM30\\_Anexo\\_3.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/anexos/GM30_Anexo_3.pdf)
34. Troncoso-Pantoja C. y Amaya-Plascencia A., 2017. La entrevista: una guía práctica para la colecta de datos cualitativos en investigación en salud. *Revista de la Facultad de Medicina*, 65: 329-32. DOI: [10.15446/revfacmed.v65n2.60235](https://doi.org/10.15446/revfacmed.v65n2.60235)
35. Vieytes R., 2004. Metodología de la investigación en organizaciones de mercado y sociedad. Argentina, Editorial de las Ciencias.
36. Villéger S., Ramos-Miranda J., Hernández D.F. y Mouillot D., 2010. Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. *Ecological Applications*, 20(6): 1512-1522. DOI: [10.1890/09-1310.1](https://doi.org/10.1890/09-1310.1)
37. Watson R., Kitchingman A., Gelchu A. y Pauly D., 2004. Mapping global fisheries: sharpening our focus. *Fish and Fisheries*, 5: 168-177. DOI: [10.1111/j.1467-2979.2004.00142.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2004.00142.x)
38. Zeller D., Froese R. y Pauly D., 2005. On losing and recovering fisheries and marine science data. *Marine Policy*, 29: 69-73. DOI: [10.1016/j.marpol.2004.02.003](https://doi.org/10.1016/j.marpol.2004.02.003)

BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología, se encuentra actualmente indexada en



Actualidad Iberoamericana



alojada en los repositorios



Journals for Free



y en bases electrónicas de bibliotecas

