

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD ICTIOFAUNISTICA DEL ESTERO DE TUMILCO, TUXPAN, VERACRUZ, MÉXICO

STRUCTURE OF THE FISH COMMUNITY OF THE ESTUARY TUMILCO, TUXPAN, VERACRUZ, MEXICO

Jimmy Argüelles-Jiménez^{1,3*}, Fredi J. Osorio-Hernandez² y Vicencio de la Cruz-Francisco²

¹Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana, Hidalgo 617, Col. Río Jamapa, C.P. 94290, Boca del Río, Veracruz, México.

²Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan, Universidad Veracruzana. Carr. Tuxpan-Tampico km 7.5, Col. Universitaria CP. 92860, Tuxpan, Veracruz, México.

³Instituto Tecnológico de Boca del Río, Kilómetro 12 Carretera Veracruz-Córdoba. CP 94290, Boca del Río, Veracruz, México

*Autor para correspondencia: cayix24@gmail.com

RECIBIDO:

RESUMEN

7/Mayo/2020

ACEPTADO:

20/Mayo/2020

PALABRAS CLAVE:

Ictiofauna,
estructura de la
comunidad,
pesca,
Tumilco,
Tuxpan

KEYWORDS:

Ichthyofauna,
community structure,
fishing,
Tumilco, Tuxpan

Los estuarios contienen una gran diversidad de especies, sin embargo, el conocimiento de su estructura comunitaria íctica es limitado. Por tal motivo, el presente estudio describe por primera vez la estructura comunitaria íctica del estero de Tumilco. A través de 25 muestreos entre diciembre del 2012 y junio del 2013 se llevaron a cabo capturas con atarraya en dos zonas. Los organismos capturados fueron identificados, caracterizados y posteriormente depositados en la colección de peces de la Universidad Veracruzana. La estructura de la comunidad de peces se estableció a través de su riqueza específica, abundancia, estructura trófica, tallas y biomasa. La caracterización pesquera se abordó aplicando encuestas al 38% de los ejidatarios que practican la pesca en la comunidad Ejido Cerro de Tumilco. Se capturaron un total de 209 organismos, representando 11 familias, 14 géneros y 18 especies, de las cuales *Amphiarius phrygiatus* se considera un nuevo registro para el golfo de México. Destacaron *Oreochromis niloticus* y *Megalops atlanticus* por sus valores de captura y biomasa. Con relación a la longitud total destacaron *M. atlanticus* (29.97±12.21 cm), *Guavina guavina* (28 cm) y *Ariopsis felis* (26.7 cm). Los peces carnívoros fueron más diversos, sin embargo, los detritívoros dominaron en términos de capturas absolutas y biomasa. La pesca artesanal practicada en Tumilco es para autoconsumo, dirigiéndose a diversas especies de las familias Gerreidae, Centropomidae, Cichlidae y Mugilidae. Considerando los rangos de talla usualmente capturados podría inferirse una fuerte presión pesquera, dirigida principalmente hacia juveniles. La información generada puede ser usada para el manejo de recursos en ambientes que son utilizados como zonas de crianza.

ABSTRACT

Estuaries contain a great diversity of species, however, the knowledge of their ichthyofaunal community structure is limited. For this reason, the present study describes for the first time, the fish community structure of the Tumilco estuary. Twenty-five samples were taken by means of using atarraya catches in two zones between December 2012 and June 2013, net catches were carried out in two zones. The captured organisms were identified, characterized and later deposited in the fish collection of the Universidad Veracruzana. The structure of the fish community was established through its specific richness, abundance, size and biomass. Meanwhile, the fishing characterization was addressed through surveys applied to 38% of the ejidatarios who practice fishing in the Ejido Cerro de Tumilco community. A total of 209 organisms were captured, representing 11 families, 14 genera and 18 species, of which *Amphiarius phrygiatus* is considered a new record for the Gulf of Mexico. *Oreochromis niloticus* and *Megalops atlanticus* stood out for their capture values and biomass. In relation to the total length, *M. atlanticus* (29.97±12.21 cm), *Guavina guavina* (28 cm) and *Ariopsis felis* (26.7 cm) stood out. Carnivorous fish were more diverse, however, detritivores dominated in terms of absolute catches and biomass. The artisanal fishing practiced in Tumilco is for self-consumption, targeting various species of the families Gerreidae, Centropomidae, Cichlidae and Mugilidae. Considering the size ranges usually captured, a strong fishing pressure could be inferred, mainly directed towards juveniles. The information generated can be used for resource management in environments that are used as nursery zones.

INTRODUCCIÓN

Entre los ecosistemas costeros de Veracruz destacan los sistemas estuarinos representados por lagunas costeras, ríos y esteros, los cuales han representado un sustento importante para los asentamientos humanos aledaños (Lara-Domínguez et al., 2011a). Estas zonas donde confluyen los ambientes marinos y dulceacuícolas se caracterizan por una elevada productividad, una alta diversidad y riqueza específica (Hester y Copeland, 1975; Lara-Domínguez et al., 2011b), que las convierte en importantes áreas de pesca (Thayer et al., 1984). La actividad pesquera veracruzana ha alcanzado niveles de producción del orden de 150 000 t en la última década (Lango y Castañeda, 2011) y más del 90 % de la captura corresponde a la pesca ribereña, la cual está conformada por especies dulceacuícolas, marinas y estuarinas. Este último grupo comprende una gran diversidad de peces tanto residentes como temporales, que transitan entre diferentes gradientes de salinidad derivados de sus patrones migratorios (Quiroga et al., 2002).

Numerosos estudios describen la estructura de las comunidades ícticas lagunares de Veracruz (Reséndez y Kobelkowsky, 1991; Quiroga et al., 2002; Lara-Domínguez et al., 2011a, 2011b; Lango y Castañeda, 2011; Abarca-Arenas et al., 2012), mientras que para el norte de Veracruz se ha abordado la ictiofauna de la laguna de Tamiahua (Ocaña-Luna y Sánchez-Ramírez, 2003, 2016), la laguna Tampamachoco (Román et al., 2006) y el río Tuxpan (González-Gándara et al., 2012). Estos últimos dos cuerpos de agua tienen una relativa conexión con el estero de Tumulco, por lo que el estero tiene el potencial de ser un reservorio de diversidad íctica, sin embargo, esto solo se puede inferir ya que no existen estudios ictiológicos. El estero de Tumulco forma parte de la cuenca del Río Tuxpan y, por asociación con la vegetación de manglar, forma un espacio que es ocupado permanente o temporalmente por los peces, posiblemente con fines de reproducción, alimentación y/o refugio. Considerando los vacíos de información, el presente estudio, aporta los primeros datos de la ictiofauna del estero de Tumulco, Veracruz, considerando atributos de la riqueza, valores de captura, tallas, biomasa, estructura trófica, y así mismo tiene el fin de caracterizar la pesquería asociada. La información generada puede ser útil para generar medidas de manejo pesquero, tomando al estero de Tumulco como referencia para la región norte de Veracruz.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El estero de Tumulco forma parte del área de drenaje/inundación del Río Tuxpan y se ubica geográficamente entre los 20°56'39.28" N y los 97°21'17.53" W y entre los 20°54'46.03" N y los 97°19'21.15" W. En función de su longitud y forma se puede dividir en tres secciones: canal principal o de entrada, brazo corto (estación A) y largo (B). De dichas secciones, la

actividad pesquera artesanal solo se lleva a cabo en las zonas A y B (Figura 1). A su vez, y para fines prácticos dichas zonas fueron clasificadas en cinco estaciones en función de la longitud de sus brazos, de esta manera el brazo corto tiene dos estaciones (A1 y A2) y el brazo largo tiene tres estaciones (B1, B2 y B3).

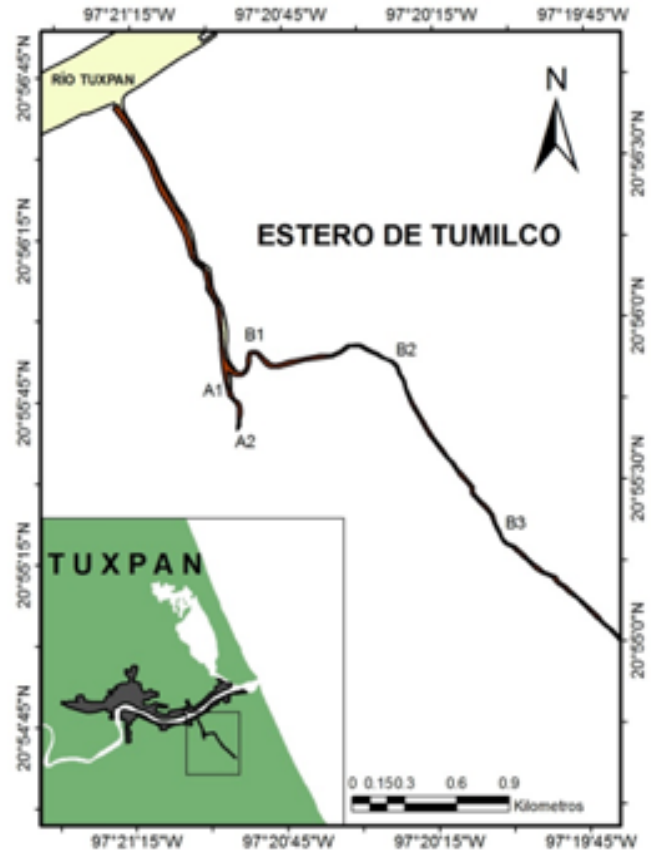


Figura 1. Estaciones de muestreo ubicadas en el estero de Tumulco de Tuxpan, Veracruz.

Diseño de muestreo

Debido a problemas logísticos solo se estudió el periodo de diciembre del 2012 a junio del 2013, donde se realizaron de tres a cuatro muestreos mensuales por estación. Para lo anterior se utilizó una embarcación de 18 pies de eslora. En cada estación de muestreo se realizaron 10 lances con una atarraya de 4 pulgadas en su luz de maya y una abertura de boca de 8 m de diámetro. Los organismos capturados fueron etiquetados, medidos, pesados y posteriormente fijados en formol al 40% (excepto los ejemplares de *Megalops atlanticus* que fueron liberados posterior a ser pesados). Posteriormente, fueron trasladados al laboratorio donde se identificaron siguiendo las guías y claves de la FAO (2002a, 2002b), Miller et al., (2009) y la base electrónica de Froese y Pauly (2020). Los organismos colectados fueron depositados en la colección de peces de la Universidad Veracruzana (González-Gándara et al., 2016).

Estructura de la comunidad de peces

Una vez identificadas las especies se elaboró un listado taxonómico siguiendo el ordenamiento superior (ordenes y familias) propuesto por Fricke et al. (2020), mientras que los géneros y las especies se ordenaron alfabéticamente. Para establecer si el esfuerzo de muestreo fue el adecuado se comparó la riqueza observada o muestreada con el valor promedio de la estimada (Chao 1 y Jackknife 2), por medio del programa PRIMER v6 (Clarke y Gorley, 2006). Para evaluar la representatividad de las especies observadas (Sob) contra las estimadas (Ses) de manera porcentual se empleó la siguiente fórmula: $Rep = Sob/Ses * 100$.

La estructura comunitaria se midió de manera general, por estaciones y meses a través de comparaciones de su riqueza específica, valores de captura, biomasa y tallas de captura (longitud total). Las especies de mayor importancia con base a sus valores de captura y biomasa se determinaron por medio de un análisis de similitud porcentual (SIMPER), al 90% utilizando el programa PRIMER v6 (Clarke y Gorley, 2006).

Para determinar el grupo trófico (GT) de cada especie capturada, se creó una matriz de dieta usando los valores alimentarios de la base de datos electrónica de Froese y Pauly (2020). Posteriormente se realizó un cluster con base a la distancia de Bray Curtis, los grupos resultantes se nombraron en función de tamaños y dietas. Para determinar los GT de mayor incidencia en la captura pesquera de manera espacial y mensual se realizó un SIMPER, al 90% utilizando el programa PRIMER v6 (Clarke y Gorley, 2006).

Actividad pesquera

La comunidad del ejido cerro de Tumilco se encuentra compuesta aproximadamente por 250 personas de las cuales 65 practican la pesca de manera continua o esporádica. Considerando solo la población que practica la pesca se aplicaron un total de 25 encuestas, lo cual representa el 38.46% de la población pesquera total. Las preguntas formuladas se enfocaron a establecer las especies de interés pesquero, zonas de pesca, horas invertidas, artes de pesca, tallas de captura y destino final del producto capturado.

RESULTADOS

Estructura de la comunidad de peces

En total se capturaron un total de 209 ejemplares representando ocho ordenes, 11 familias, 14 géneros y 18 especies de los cuales *Amphiarius phrygiatus* se considera un nuevo registro para el golfo de México (Tabla 1). Los estimadores no paramétricos (Chao 1 y Jackknife 2) establecen que la riqueza podría aumentar a 23 especies en promedio, por lo que la representatividad de lo obtenido con lo estimado es de un 78.26 % (Figura 2).

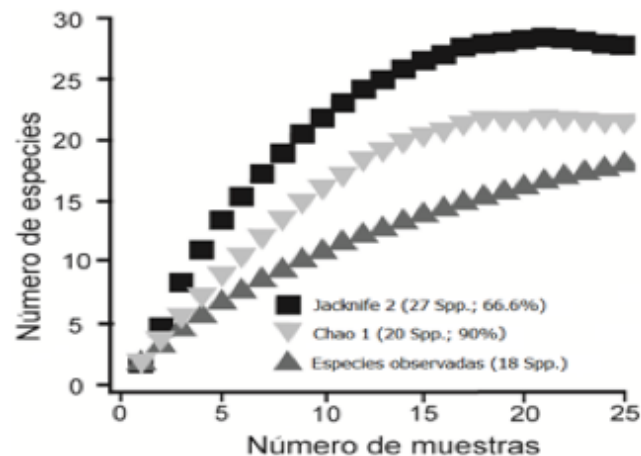


Figura 2. Curva acumulativa de especies observadas y esperadas con sus valores de representatividad para el estero de Tumilco, Veracruz. Promedio de especies estimadas = 23 especies (78.26 %).

La mayor riqueza y abundancia se capturó en las estaciones A2 y B2 mientras que los valores más bajos se obtuvieron en A1 y B1. A nivel temporal destaca el mes de marzo con 16 spp. y 117 organismos colectados, y aunque durante en abril y mayo se presentaron valores bajos de abundancia y riqueza, en febrero y junio no se capturaron organismos (Tabla 2), lo que podría indicar procesos de migración hacia los cuerpos de agua más cercanos (e. g. río Tuxpan, laguna de Tampamachoco, el mar).

Las especies más importantes por sus valores de captura y biomasa determinadas a través del SIMPER al 90% fueron: *Oreochromis niloticus* (68.85 y 68.48%), *Megalops atlanticus* (18.48 y 20.11%) y *Diapterus auratus* (7.02 y 6.28%). A nivel de estaciones *O. niloticus* destacó en B1, B3 y A2 mientras que *M. atlanticus* lo fue en B2. Con relación a la temporalidad destacan ocho especies, de ellas *O. niloticus* sobresale en los meses de diciembre y abril, *M. atlanticus* en los meses de enero y febrero, y *D. auratus* en mayo (Figura 3).

En general la mayoría de las especies presentaron una longitud total (Lt) inferior a 25 cm, exceptuando a *M. atlanticus*, *Guavina guavina* y *Ariopsis felis* (Figura 4). La variación en la Lt de *M. atlanticus* sugiere una estratificación de tallas dado que los individuos de mayor talla (39.11 ± 8.3 ; 36.07 ± 14.23 cm) se presentaron en las estaciones medias (A2 y B2), los individuos medianos (28.43 ± 5.06 ; 28 cm) se distribuyeron al inicio de cada brazo (A1 y B1) y los individuos de menor Lt (19.25 ± 6.48 cm) se presentaron al final del estero (B3) (Figura 5).

Con relación a su alimentación, las 18 especies registradas se clasificaron en siete grupos tróficos (Figura 6). La mayor riqueza específica correspondió a los peces carnívoros (11 spp.) y la menor en los

omnivoros (2 spp.). El análisis SIMPER al 90% aplicado a sus valores de captura y biomasa establece que los grupos más importantes son los detritívoros 1 (70 %), carnívoros 1 (15%) y detritívoros 2 (10 %). A nivel de estaciones destacan los detritívoros 1 para todas las estaciones, seguidos de los carnívoros 1 y detritívoros 2 en las estaciones A2 y B1. Por otro lado, los peces carnívoros 1 fueron más importantes en B2 (Tabla 3). La importancia de dichos grupos es similar a nivel mensual, debido a ello los detritívoros 1 dominan diciembre y abril, mientras que en enero y mayo codominan con los carnívoros 1 y los detritívoros 2 respectivamente. Durante marzo la incidencia en la captura entre los cuatro grupos tróficos tiende a ser similar (Tabla 3).

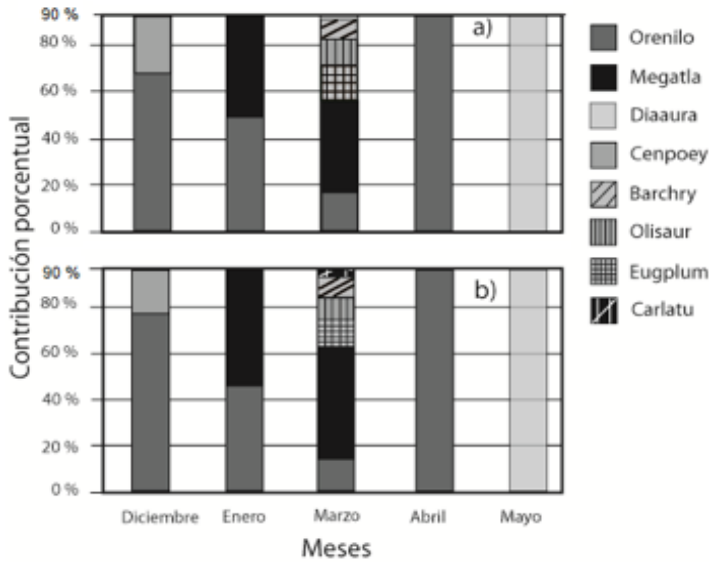


Figura 3. a) Abundancia y b) biomasa temporal de las especies capturadas en Tumilco. Las claves de las especies se encuentran en la Tabla 1.

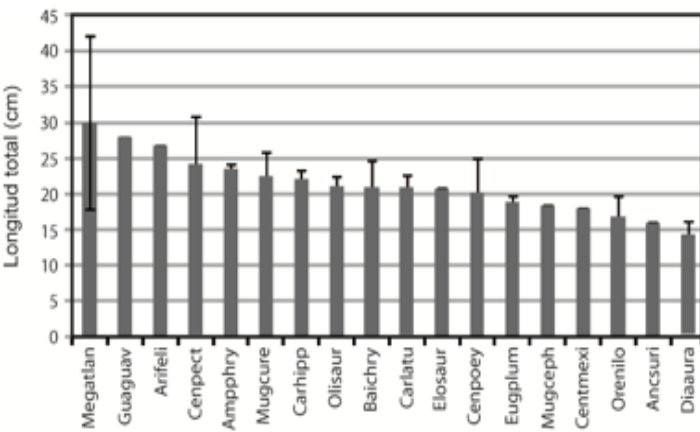


Figura 4. Longitud total promedio y error estándar de las especies capturadas en Tumilco. Las claves de las especies se encuentran en la Tabla 1.

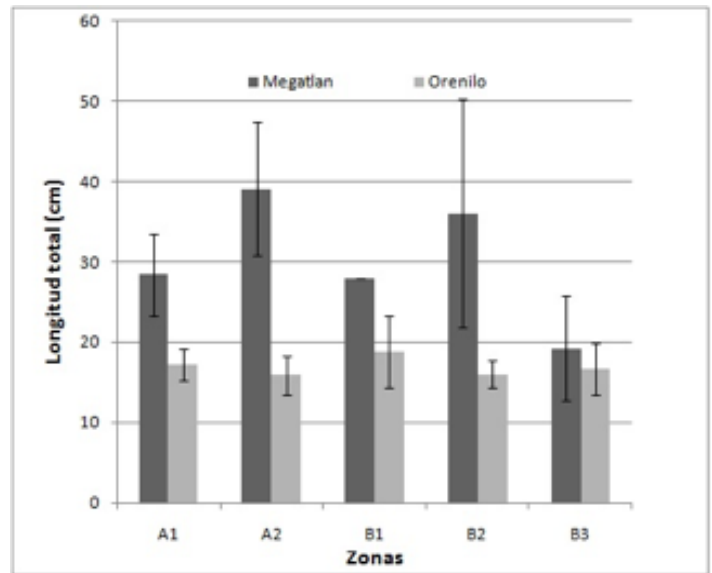


Figura 5. Longitud promedio y error estándar de las especies de peces más importantes por estaciones en el estero de Tumilco.

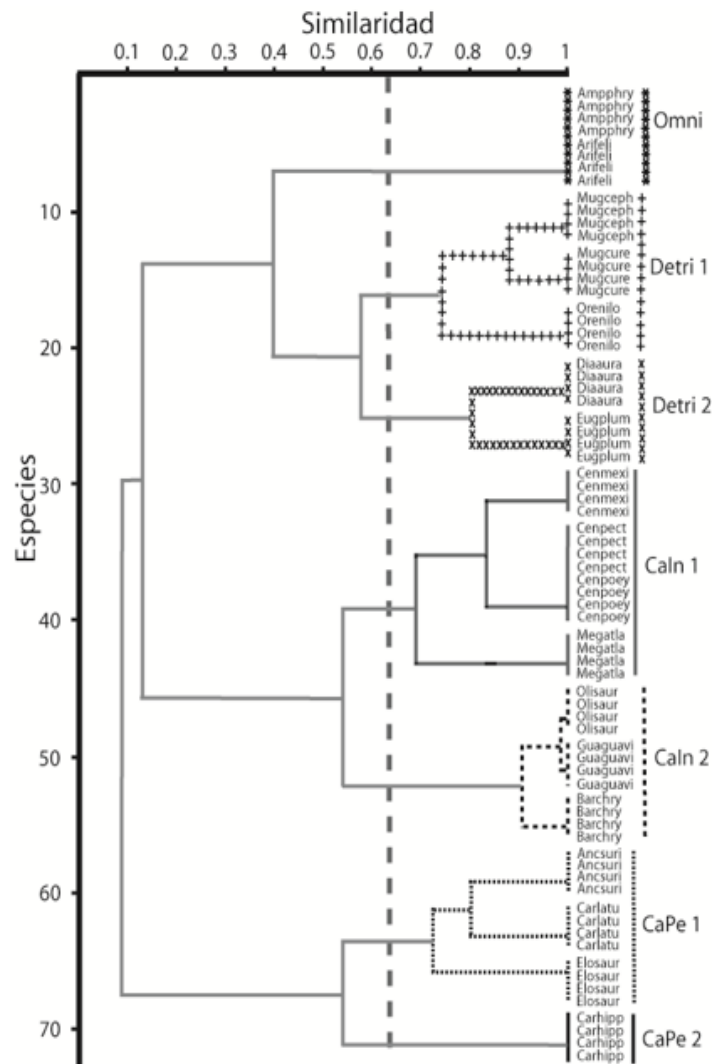


Figura 6. Grupos tróficos de peces obtenidos a partir de los porcentajes de los ítems alimenticios homologado al criterio de Opitz (1991) (coeficiente de correlación de 0.85). Las claves de las especies y grupos tróficos se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1. Listado taxonómico de los peces de Tumulco y su clasificación trófica. * Nuevo registro para el golfo de México. GT: grupo trófico; Omni: omnívoro, Detri: detritívoros, Detri2: detritívoros 2, CaIn1: carnívoros intermedios 1, CaIn2: carnívoros intermedios 2, CaPe1: carnívoros pequeños 1, CaPe2: carnívoros pequeños 2.

Orden	Familia	Especie	Clave	GT
Elopiformes	Elopidae	<i>Elops saurus</i> Linnaeus, 1766	Elosaur	CaPe1
	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i> Valenciennes, 1847	Megatla	CaIn1
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchovia surinamensis</i> (Bleeker, 1865)	Ancsuri	CaPe1
Siluriformes	Ariidae	<i>Amphiarius phrygiatus</i> (Valenciennes, 1840)*	Ampphry	Omni
		<i>Ariopsis felis</i> (Linnaeus, 1766)	Arifeli	Omni
Gobiiformes	Eleotridae	<i>Guavina guavina</i> (Valenciennes, 1837)	Guaguavi	CaIn2
Carangiformes	Centropomidae	<i>Centropomus mexicanus</i> Bocourt, 1868	Cenmexi	CaIn1
		<i>Centropomus pectinatus</i> Poey, 1860	Cenpect	CaIn1
		<i>Centropomus poeyi</i> Chavez 1961	Cenpoey	CaIn1
	Carangidae	<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch y Schneider, 1801)	Olisaur	CaInt2
		<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)	Carhipp	CaPe2
		<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	Carlatu	CaPe1
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	Mugceph	Detri1
		<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	Mugcure	Detri1
Cichliformes	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Orenilo	Detri1
Perciformes	Gerreidae	<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842	Diaaura	Detri2
		<i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier, 1830)	Eugplum	Detri2
	Sciaenidae	<i>Bairdiella chrysoura</i> (Lacepède, 1802)	Barchry	CaIn2

Tabla 2. Riqueza específica (S) y Valores de Captura (VC) por estaciones y meses en el estero de Tumulco, Tuxpan, Veracruz. Durante los meses de febrero y junio no se capturaron organismos.

Estación	S	VC	Mes	S	VC
A1	5	31	Diciembre	5	55
A2	4	45	Enero	3	25
B1	8	34	Marzo	16	117
B2	11	58	Abril	1	6
B3	9	41	Mayo	3	6

Actividad pesquera

En el ejido Cerro de Tumulco la población que se dedica a la pesca usan como principal arte de pesca la atarraya (93%). Dentro de las especies de interés pesquero se encuentra el complejo denominado mojarras (*Diapterus auratus-Euguerres plumieri*; 31%), el complejo denominado robalos (*Centropomus pectinatus*, *C. poeyi* y *C. mexicanus*; 48%), así como la tilapia (*O. niloticus*; 10%), el camarón (6 %), la jaiba (3%) y la lebrancha (*Mugil curema*; 3%). La actividad pesquera se enfoca

principalmente en las estaciones B (brazo largo; 80%), mientras que el 13 % de la población tiende a pescar en el brazo A. En el brazo B las zonas de pesca ocurren en B3 (46%) y B2 (46%), mientras que en la estación A practican la actividad de forma azarosa (80%).

La periodicidad de la actividad pesquera es variada, la mayor parte de la población lo hace de manera quincenal (54%) y el resto cada tercer día (34%) o de manera mensual (12%). En general los pescadores invierten de tres (53%) a cuatro horas (27%), o inclusive

hasta una mañana (20 %) cuando la captura es baja. A pesar de que la tilapia (*O. niloticus*) no es una de las especies objetivo más valoradas, pero si abundante, el 67 % de los entrevistados considera que la mayor captura la obtienen durante la temporada invernal. En general, las capturas se concentran en organismos de tallas medianas (66%) y en menor importancia a los grandes (27%). Mientras que los individuos de pequeño tamaño son devueltos al estero (73 %) excepto, cuando no tienen recursos económicos por lo que se destinan para consumo (27 %).

La captura pesquera se destina en mayor importancia para el consumo familiar (80 %) y pocas veces es usada para la venta (20 %) dado que el precio del producto ya sea tilapia o robalo depende de la temporada (MXN\$45.00 a \$80.00 kg); sumado a ello, deben invertir tiempo a la venta, la cual suele ser ofreciendo el producto de casa en casa o en su defecto, negociar la venta con locatarios y ver sus ingresos reducidos.

DISCUSIÓN

Estructura de la comunidad íctica

Estudios en sistemas estuarinos han utilizado diversas artes de pesca (e. g. atarraya, red agallera, red de cerco, nasas) para obtener listados completos de su ictiofauna (López-López et al., 1991; Franco-López y Chávez-López, 1992; Pérez-Hernández y Torres-Orozco, 2000), sin embargo, en el estero de Tumilco las ramas y troncos hundidos dificultaron el uso de diversas artes de pesca que se probaron en un muestreo piloto. A pesar de ello, la atarraya mostro ser un adecuado arte de pesca que permitió moverse rápido entre estaciones y capturar organismos exceptuando los meses de febrero y junio. La falta de capturas durante estos meses podría explicarse por eventos migratorios locales hacia cuerpos de agua cercanos como el río Tuxpan, la laguna de Tampamachoco tal y como sucede con los mugilidos de la región (Ibáñez et al., 2012).

Con relación a la riqueza específica, los estimadores no paramétricos (Jackknife 2 y Chao 1) sugieren una riqueza promedio de 23 especies de peces, la cual es superior a las 18 especies registradas; dicha riqueza equivale el 4% de la riqueza registrada para los sistemas estuarinos y lagunares de México (Fuentes-Mata, 1991) y entre el 10 y 16 % a la estimada por Franco-López y Chávez-López (1992) y Pérez-Hernández y Torres-Orozco (2000) para las lagunas de Tampamachoco y Tamiahua respectivamente. La diferencia en los valores de riqueza puede derivarse del esfuerzo de muestreo que abarcó siete meses, sumándole a ello el uso de un solo arte de pesca, por lo que al incrementar el número de estudios y artes de pesca se incrementara el número de especies. A pesar de la baja riqueza registrada, el presente estudio registra por primera vez a *A. phrygiatus* para las aguas del golfo de México; esta especie ha sido descrita como endémica del sureste del Mar Caribe distribuyéndose desde la parte más baja del delta del Orioco (Venezuela)

hasta la desembocadura del río Amazonas en Brasil (FAO, 2002b; Froese y Pauly, 2020). Aunque este nuevo registro tiene una distribución natural restringida, no es la primera vez que se han registrado en el golfo de México especies del sureste del Caribe, ejemplos de ello son el chaenopsido *Protemblemaria punctata* registrado en un arrecife de Veracruz (Argüelles-Jiménez et al., 2020), y la esponja *Amorphinis atlantica* registrada en la laguna de Tampamachoco (de la Cruz-Francisco et al., 2019). Aunque los mecanismos de dispersión natural de las tres especies puedan ser diferentes, su presencia en el golfo de México podría indicar que se debe a un efecto de la globalización marina (e. g. transporte de especies no nativas a través de buques y/o plataformas petroleras, comercio de especies) tal y como sugiere Argüelles-Jiménez et al. (2020).

Los altos valores de riqueza específica, abundancia y biomasa obtenidos en la estación B2, y durante el mes de mayo sugieren que existe un gradiente de distribución espacio temporal que pudiese estar modulado por regímenes de lluvia, marea, conectividad marina, depredación, entre otros. Por ejemplo, con relación a la depredación se observó a *Crocodylus moreletti*, *Pandion haliaetus*, *Phalacrocorax brasilianus* y *P. auritus* ocurrir con frecuencia en la entrada de ambos canales (A1 y B1). Dichas especies junto a la presión pesquera podrían jugar un papel de suma importancia en el gradiente de distribución descrito.

Por otro lado, los ensambles de un ecosistema pueden cambiar de manera temporal (e. g. mensual, anual), o por el efecto de la adición de un nuevo componente, es decir una especie no nativa. Hace aproximadamente 21 años fueron accidentalmente liberadas tilapias del Nilo (*O. niloticus*) en el estero de Tumilco, la causa fue un evento climático que incremento el nivel de los estanques donde las tilapias se cultivaban. Debido a dicho evento, hoy en día *O. niloticus* es una especie dominante (tanto en abundancia como en biomasa) que cambio la estructura comunitaria del Estero de Tumilco. A pesar de ello, persisten especies nativas dominantes, una de ellas es *M. atlanticus*, la cual está protegida por la NOM-017-PESC-1994 (DOF, 2013), y que destaca por su abundancia y biomasa. Las tallas de captura de *M. atlanticus* sugieren estratificación de tallas dado que las tallas máximas se registraron en las estaciones A2 y B2 (donde se observaron cardúmenes de peces pequeños), mientras que en la estación más alejada y de difícil acceso (B3) concentró a los individuos de menor talla. Todo ello podría indicar que el estero de Tumilco funge como guardería, es decir, es usada como área de refugio y caza de individuos indiferenciados (no reproductores). La importancia del estero de Tumilco como zona de crianza y refugio se ve soportado por las tallas pequeñas del resto de las especies registradas.

A nivel de grupos tróficos, la mayor riqueza específica estuvo caracterizada por peces carnívoros de pequeña e intermedia talla (11 especies), a pesar de ello, el

mayor número de organismos se concentró en los peces detritívoros de tipo 1, lo cual se puede ligar a la alta productividad primaria que genera los estuarios y lagunas costeras (Lara-Domínguez *et al.*, 2011b) y los restos de vegetación (Félix-Pico *et al.*, 2006; Flores *et al.*, 2007) que liberan nutrientes aprovechados por los peces detritívoros. En general las poblaciones de especies depredadoras tienden a ser más diversas y menos numerosas ya que tienden a presentar una estrategia de vida de tipo K. Las especies de estrategia K suelen presentar hábitos carnívoros y por consiguiente ser de interés en la pesca comercial y deportiva, como sucede con *M. atlanticus*. La estructura trófica de Tumulco es similar a estudios reportados para otros ecosistemas estuarinos (Flores *et al.*, 2007; Jud *et al.*, 2011; Martínez *et al.*, 2012) en donde dominan especies detritívoras como *O. niloticus*.

Actividad pesquera

La población pesquera del ejido Cerro de Tumulco realiza una pesca multiespecífica de subsistencia, con preferencia sobre especies de las familias Centropomidae, Gerreidae, Cichlidae y Mugilidae, a excepción de la primera el resto se consideran detritívoras. La preferencia de este grupo trófico se debe a que es un recurso frecuente y abundante (e. g. *O. niloticus*). A pesar de que los pescadores prefieren enfocar su esfuerzo en las estaciones B, donde se capturó un mayor número de organismos (131), dicho valor se considera bajo con respecto a otros sistemas estuarinos de México (Reséndez y Kobelkowsky, 1991; Quiroga *et al.*, 2002); los diversos periodos (semanal, quincenal, mensual) y esfuerzos (3, 4, 12 hrs) de pesca empleados son un reflejo de la baja disponibilidad de los recursos, principalmente de aquellos de mediano tamaño (considerados como sub-adultos o juveniles) para consumo familiar. La extracción de peces de estas tallas medianas podría afectar a la larga el funcionamiento ecosistémico, así como los bienes y servicios que otorga el estero de Tumulco. Para evitar ello, es necesario generar programas de trabajo que involucren a los ejidatarios (e. g. microempresas) y que contribuyan con el crecimiento social de la población, de esta manera se podría proteger y salvaguardar un sistema estuarino que es usado como área de crianza y alimentación de especies de interés comercial y deportivo (DOF, 2013), así como de aves reportadas con antelación bajo alguna categoría de protección (e. g. Argüelles-Jiménez *et al.*, 2014a, 2014b, 2017).

CONCLUSIONES

El estero de Tumulco se registraron 18 especies de peces de las cuales *A. phrygiatus* es un nuevo registro para las aguas costeras del golfo de México. De los dos brazos que presenta el estero, el brazo largo B2 es el que presenta la mayor diversidad de especies y valores de captura, lo cual explica que el mayor esfuerzo pesquero se realiza allí.

Los valores de captura más altos fueron para *O. niloticus* y *M. atlanticus*, mientras que en tallas destacaron *M. atlanticus*, *G. guavina* y *A. feliz*. En general las tallas indican que el estero funge como un área de crianza y refugio especialmente juveniles, lo cual es un problema para el ecosistema, ya que la pesca artesanal de subsistencia que se practica en el estero de Tumulco se dirige hacia peces juveniles. La estructura trófica estuvo conformada por siete grupos, siendo más diverso el de los peces carnívoros, sin embargo, en términos de capturas absolutas y biomasa destacan los detritívoros. Lo cual es normal considerando que los sistemas estuarinos son sistemas altamente productivos donde la energía tiende a ser integrada al sistema a través de los niveles tróficos inferiores. Los resultados obtenidos sirven para implementar medidas de manejo pesquero y apoyo a los ejidatarios de la comunidad Tumulco, ya que la actividad pesquera que realizan es inviable al enfocarse a organismos juveniles no reproductores. Así mismo, es importante salvaguardar este tipo de sistemas donde desarrollan especies protegidas como *Megalops atlanticus*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los revisores por sus sugerencias y correcciones, las cuales enriquecieron de gran manera al trabajo, así mismo agradecen a la Universidad Veracruzana Campus Tuxpan por el uso de la embarcación para realizar los muestreos.

LITERATURA CITADA

- Abarca-Arenas, L.G., Cruz, N., Franco-Lopez, J., González-Gándara, C. & Silva-López, G. (2012). Distribution biogeographical notes of coastal fish fauna of Veracruz, Mexico. En *Frontiers in biodiversity studies* (1-10). New Delhi, India: I K International Publishing House.
- Argüelles-Jiménez, J.J., Contreras-Juarez, M. & Palacio, P.E. (2020). Potential invasion of the Gulf of Mexico by *Protomylema punctata* (Teleostei: Chaenopsidae), a cryptobenthic fish endemic to Venezuela. *Bulletin of Marine Science* DOI: <https://doi.org/10.5343/bms.2020.0014>
- Argüelles-Jiménez, J.J., de la Cruz, F.V., González-Gándara, C., Domínguez, C.B. & Rojas, M.A.T. (2014a) *Buteogallus anthracinus* (Deppe 1830). En El libro rojo de la fauna del estado de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz (148-149pp). Veracruz, México: Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente y Universidad Veracruzana.
- Argüelles-Jiménez, J.J., de la Cruz, F.V., González-Gándara, C. & Domínguez, C.B. (2014b) *Cairina moschata* (Linnaeus, 1758). En El libro rojo de la

- fauna del estado de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz (150-151pp). Veracruz, México: Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente y Universidad Veracruzana.
- Argüelles-Jiménez, J., Macías-Hernández, S., Rojas-Terán, M.A., González-Gándara, C., De la Cruz-Francisco, V. & Domínguez-Barradas, C. (2017). Aves ribereñas de los ecosistemas costeros de Tuxpan, Veracruz, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 4(10), 147–159. DOI: 10.19136/era.a4n10.756
- Clarke K & Gorley R. (2006). PRIMER v6: user manual/tutorial. Plymouth, UK: PRIMER-ELtd.
- De la Cruz-Francisco, V., Argüelles-Jiménez, J., Rodríguez, M.S., León, M.R.G. & Duran L.A. (2019). Primer registro de *Amorphinopsis atlantica* Carvalho, Hadju, Mothes & van Soest, 2004 (Familia: Halicondriidae) para un sistema lagunar del golfo de México. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras* 11(1), 71-80.
- DOF. (2013). Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, para regular las actividades de pesca deportivo-recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicada el 9 de mayo de 1995. Diario Oficial de la Federación, 25 de Noviembre del 2013.
- FAO. (2002a). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). Carpenter KE (ed) FAO, Roma.
- FAO. (2002b). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. Carpenter KE (ed) FAO, Roma.
- Félix-Pico, E.F., Holguín-Quiñones, O.E., Hernández-Herrera, A. & Flores-Verdugo, F. (2006). Producción primaria de los manglares del estero El Conchalito en Bahía de La Paz (Baja California Sur). *Ciencias Marinas* 32(1A), 53-63.
- Flores, V.F.J., Agraz, H.C. & Benítez, P.D. (2007). Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación. En *Perspectivas sobre la conservación de ecosistemas acuáticos en México* (147-166pp). México: Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, INE, USFWS, UPCAC, Escuela de Biología de la UMSNH.
- Franco-López, J. & Chaves-López, R. (1992). Síntesis sobre el conocimiento de la ictiofauna de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Hidrobiológica* 2(1-2), 53-63.
- Fricke, R., Eschmeyer, W.N. & Van der Lann, R. (2020). Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
- Frose, R. & Pauly, D. (2020). FishBase. www.fishbase.org
- Fuentes-Mata, P. (1991). Diversidad ictiofaunística en sistemas lagunares de México. En *Fisicoquímica y biología de las lagunas costeras mexicanas* (63-73pp). México: Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, División de Ciencias Biológicas y de la Salud.
- González-Gándara, C, Abarca, A.L.G., de la Cruz, F.V., Argüelles, J.J. & Salas, P.J.J. (2016). La colección de peces de la Universidad Veracruzana. En *Colecciones ictiológicas de Latinoamérica* (210-218pp). México: UNAM, FES-Iztacala y Simac A.C.
- González-Gándara, C., de la Cruz-Francisco, V., Salas-Pérez, J.J. & Domínguez, B.C. (2012). Lista de los peces de Tuxpan, Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola* 12(3), 675-689.
- Hester, J.M. & Copeland, B.J. (1975). Nekton population dynamics in the Albemarle Sound and Neuse River Estuaries. USA: Sea Grant Program Publications A University of North Carolina.
- Ibáñez, A.L., Chang, C.W., Hsu, C.C., Wang, C.H., Iizuka, Y. & Tzeng W.N. (2012). Diversidad de las historias migratorias de los mugílidos *Mugil cephalus* y *M. curema* en aguas costeras mexicanas analizadas mediante la proporción de Sr:Ca en los otolitos. *Ciencias Marinas* 38(1A), 73-87.
- Lango, R.F. & Castañeda, C.M.R. (2011). La biodiversidad pesquera y acuícola: su preservación a través de sistemas de calidad. En: *La biodiversidad en Veracruz: estudio de Estado. Volumen I: Contexto actual del estado y perspectivas de conservación de su biodiversidad*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C.
- Lara-Domínguez, A.L., Contreras, F.E., Castañeda-López, O., Barba-Macías, E. & Pérez-Hernández, M.A. (2011a). Lagunas costeras y estuarios. En *La biodiversidad en Veracruz: estudio de Estado. Volumen I: Contexto actual del estado y perspectivas de conservación de su biodiversidad*. México (297-302pp). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C.
- Lara-Domínguez, A.L., Franco, L.J., Bedia, S.C., Abarca, A.L.G., Díaz, R.S., Aguirre, L.A., González-Gándara,

- C. & Castillo-Rivera, M. (2011b). Diversidad de peces en los ambientes costeros y plataforma continental. En La biodiversidad en Veracruz: estudio de Estado. Volumen II: Diversidad de especies: conocimiento actual (505-516pp). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C.
- López-López, E., Salgado-Mejía, M. & Guzmán del Proo, S.A. (1991). Un análisis estacional de la Ictiofauna de la laguna de Tampamachoco, Ver., y sus hábitos alimentarios. *Escuela Nacional Ciencias Biológicas* 34, 81-107.
- Jud, Z.R., Layman, C.A., Shenker & J.M. (2011). Diet of age-0 tarpon (*Megalops atlanticus*) in antropogenically-modified and natural nursery habitats along the Indian River Lagoon, Florida. *Environmental Biology of Fishes* 90(3), 223-233.
- Martínez, M.L., Vázquez, G., López-Portillo, J., Psuty, N.P., García-Franco, J.G., Silveira, T-M. & Rodríguez-Revelo, N.A. (2012). Dinámica de un paisaje complejo en la costa de Veracruz. *Investigación ambiental* 4(1), 151-160.
- Miller, R.R., Minckley, W.L. & Norris, S.M. (2009). Peces Dulceacuícolas de México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/El Colegio de la Frontera Sur/Sociedad Ictiológica Mexicana, A.C. /Desert Fishes Council.
- Ocaña-Luna, A. & Sánchez-Ramírez, M. (2003). Diversity of ichthyoplankton in the Tampamachoco Lagoon. *Anales del Instituto de Biología* 74(2), 179-193.
- Ocaña-Luna, A. & Sánchez-Ramírez, M. (2016). Estructura de la comunidad ictioplanctónica en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87, 123-132.
- Pérez-Hernández, M.A. & Torres-Orozco, B.R.E. (2000). 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* 48(2/3), 425-438.
- Quiroga, B.C., Valdéz, G.A., Hernández, T.I., García, G.M. & Gúzman, A.P. (2002). Peces ribereños. En La pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo. Xalapa, Veracruz: Universidad Veracruzana e Instituto Nacional de la Pesca.
- Román, H.U., Valdez, Z.J. & Zavala, G.F. (2006). Composición y abundancia del ictioplancton durante la temporada de estiaje en la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola* 6(1), 138-149.
- Reséndez, A. & Kobelkowsky, A. (1991). Ictiofauna de los sistemas lagunares costeros del Golfo de México, México. *Universidad y Ciencia* 8, 91-110.
- Thayer, G.M., Bjorndal, K.A., Ogden, J.C., Williams, S.L. & Ziemann, J.C. (1984). Role of larger herbivores in seagrass systems. *Aquatic Botany* 50, 201-205.