

Morteo, E., I.C. Hernández-Candelario, T. García-Ontiveros, E. García-Hernández & L.G. Abarca-Arenas. 2025. Análisis Ecológico y Económico de la Competencia entre Tursiones (*Tursiops truncatus*) y la Pesca Artesanal en la Costa de Alvarado, Veracruz, p. 433-460. In: A. Granados-Barba, L.D. Ortiz-Lozano & A.L. Gutiérrez-Velázquez (eds.). Nuevo Conocimiento sobre el Corredor Arrecifal del suroeste del Golfo de México: Integrando los Ambientes Costeros. Universidad Autónoma de Campeche. 540 p. ISBN 978-607-8907-34-2. doi 10.26359/EPOMEX02202518.

Análisis Ecológico y Económico de la Competencia entre Tursiones (*Tursiops truncatus*) y la Pesca Artesanal en la Costa de Alvarado, Veracruz

Eduardo Morteo*, Isabel C. Hernández-Candelario,
Tomás García-Ontiveros, Estela García-Hernández
& Luis G. Abarca-Arenas

Instituto de Investigaciones Biológicas,
Universidad Veracruzana

*Autor de correspondencia: emorteo@uv.mx

Resumen

Actualmente, la interacción entre mamíferos marinos y la pesca artesanal es un tema recurrente de estudio y preocupación. En el golfo de México, una de las poblaciones más estudiadas de tursiones (*Tursiops truncatus*) se encuentra en la costa de Alvarado, Veracruz. A pesar de la amplia investigación sobre la distribución, comportamiento y ecología de esta especie, la información relativa a su interacción con los humanos todavía es limitada. Uno de los aspectos más destacados de esta interacción es la pesca artesanal, la cual representa no sólo una fuente de alimento frecuente para estos cetáceos, sino también una competencia directa con los pescadores. El presente capítulo se enfoca en comprender la riqueza y biomasa de las especies ícticas que forman parte de la dieta de los tursiones, a partir de periodos de estudio y etapas de desarrollo de los tursiones, así como del valor económico de la depredación que ejercen las artes de pesca agalleras. Se realizaron 48 navegaciones pesqueras que resultaron en 117 lances con red agallera, de los cuales, 54 involucraron interacciones con los tursiones y 21 resultaron en depredación. Se evaluaron las características de las capturas, tales como la diversidad, biomasa y captura por unidad de esfuerzo (CPUE). A pesar de la competencia con los pescadores, se encontró que el consumo potencial de los tursiones en la pesca artesanal no representa un daño significativo para la pesquería, ya que el consumo de los tursiones es mucho menor a la biomasa total extraída por los pescadores; sin embargo, esto representa una pérdida estimada por embarcación de \$ 780 hasta \$ 1 170 por día. Además, se identificaron otros factores ambientales tales como: la variabilidad inter e intra anual, los cuales tienen un mayor impacto (ecológico y económico) que la interacción con los tursiones. En conclusión, se resalta la naturaleza oportunista de los tursiones sobre las capturas y que, dadas las variaciones en la disponibilidad de especies ícticas, la valoración económica de las interacciones entre los tursiones y la pesca artesanal agallera tienen pocas probabilidades de modelarse con éxito dado el alto grado de incertidumbre.

Palabras clave: delfín, dieta, interacción.

Abstract

The complex relationship between marine mammals and human activities, particularly artisanal fishing, has become a focal point of scientific inquiry. In the Gulf of Mexico, bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) inhabiting the coast of Alvarado, Veracruz, offer a prime case study. Despite extensive research into their distribution, behavior, and ecology, information about their interactions with humans remains limited. Artisanal fishing is a key component of this interaction, representing a food source and a direct competition for dolphins. This chapter is focused on fish species composition and biomass on the dolphins' diet over their developmental stages within different study periods while examining the economic impact of dolphin predation on gillnets. A total of 48 fishing trips and 117 net sets were observed, with dolphins interacting in 54 of these and directly predating fish in 21 cases. The diversity, biomass, and capture per unit effort (CPUE) were assessed. Despite their impact on the fishery, potential dolphin predation appears minimal given the vast difference between dolphin consumption and total fish catch. However, individual fishermen incur losses estimated at \$780 to \$1,170 daily due to dolphin interactions. Interestingly, environmental factors such as annual, and seasonal variability exert a more significant influence on fish availability than dolphin predation. This suggests that predicting the economic impact of dolphin-fishery interactions is challenging due to numerous, interacting variables. In conclusion, while dolphins opportunistically exploit fish from nets, given the large temporal variations in fish availability, economic assessments on dolphin-fisheries interactions are unlikely to be modeled successfully due to the degree of uncertainty.

Keywords: dolphin, diet, interaction.

Introducción

A nivel histórico la pesca en asentamientos costeros ha sido de suma importancia económica y nutricionalmente (NOAA, 2024). Actualmente, a nivel mundial, esta actividad representa una fuente esencial de alimento, lo que ha requerido una mayor demanda de producto (NRC, 1995); entre 1990 y 2020, la extracción de producto marino aumentó de 88.9 a 90.3 millones de toneladas, por lo que el manejo de los recursos pesqueros es indispensable para mantener poblaciones saludables y generar empleo (FAO, 2015, 2020; SAGARPA, 2015). En la región de la costa suroeste de Veracruz la pesca artesanal, que desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria, también es una de las actividades económicas más importantes que llega a sustentar, al menos, 1 000 familias de pescadores registrados y no registrados (Jiménez-Badillo & Castro Gaspar, 2007).

Sin embargo, la pesca como actividad económica y como medio de vida, representa una competencia entre humanos y otros depredadores esencialmente marinos; como resultado, muchos cetáceos como los delfines, se alimentan exclusivamente de peces, y a medida que exploramos estas complejas interacciones, surge un protagonista particular: el tursión, tonina o delfín nariz de botella, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1981). Estos cetáceos con grandes habilidades cognitivas son altamente sociales y han sido objeto de estudio durante décadas, principalmente debido a sus interacciones con las actividades antrópicas, específicamente las pesquerías (Bearzi, 2002; Cox *et al.*, 2004).

Las observaciones e investigación realizadas han llevado a la clasificación de esta

interacción en dos categorías principales: *interacciones operacionales*, donde interfieren indirectamente con el proceso de pesca y a menudo resultan en lesiones a los mamíferos marinos (Jefferson *et al.*, 1992) ya que pueden ser incidentalmente atrapados, en las redes y equipos de pesca, como consecuencia de la captura de peces y otros organismos que no son objetivo de la pesca comercial. Esta captura incidental se ha identificado como una de las principales amenazas globales para los mamíferos marinos (Placányi & Butterworth, 2009). Por otro lado, están las *interacciones depredatorias* o biológicas derivadas del acercamiento intencional de los delfines a las artes de pesca con el fin de remover a los peces (Jefferson *et al.*, 1992); éstas, pueden impactar fuertemente a las poblaciones de pequeños cetáceos como los delfines, debido a su amplia superposición con las actividades antrópicas y su limitado potencial de crecimiento poblacional (Read, 2008).

Estas interacciones no solo tienen repercusiones en los mamíferos marinos, sino que también generan problemas económicos para la industria pesquera. Los daños y la pérdida total o parcial del equipo de pesca, así como la reducción del valor comercial de las capturas, son algunas de las consecuencias negativas que enfrentan los pescadores (Bearzi, 2002). Además, plantean un riesgo significativo para los esfuerzos de conservación de las poblaciones de mamíferos marinos, ya que amenazan su supervivencia a largo plazo (Fertl & Leatherwood, 1997).

Dentro del ámbito internacional, la problemática de las interacciones entre delfines

y la pesca artesanal se ha vuelto más evidente en los últimos años. Las pesquerías, tanto industriales como artesanales, se enfrentan a desafíos significativos y ponen en peligro los esfuerzos de conservación de muchas poblaciones de mamíferos marinos en todo el mundo (Playáangi & Butterworth, 2009). Las implicaciones son claras: la relación entre tursiones y pescadores se ha convertido en una preocupación global, con repercusiones económicas y ecológicas. Dentro de este contexto internacional, se enmarca la competencia entre los tursiones y la pesca

artesanal en las aguas costeras de Alvarado, Veracruz.

Con base en lo antes expuesto, el objetivo del presente estudio es analizar la competencia entre la población de tursiones y pescadores locales, así como su impacto ecológico y económico, a partir de la identificación y cuantificación de los impactos potenciales en la actividad pesquera de la región, con la finalidad de comprender esta compleja relación, y generar información para la gestión de los recursos y la conservación de los mamíferos marinos.

Métodos

Área de estudio

La zona costera de Alvarado, Veracruz, se localiza en el sureste del golfo de México (GM) (figura 1) dentro de la llanura de Sotavento; está delimitada por los paralelos 18°42' y 18°51'N y los meridianos 95°39' y 95°51'O (INEGI, 1995). Esta zona está influenciada por los ríos Papaloapan, Blanco, Acula, Camarón y Limón, siendo todos tributarios del complejo lagunar de Alvarado constituido de norte a sur por las lagunas Camaronera, Buen País, Alvarado y Tlalixcoyan (Portilla-Ochoa *et al.*, 2003; Morán-Silva *et al.*, 2005).

El Sistema Lagunar de Alvarado (SLA), es considerado un sistema estuarino-costero donde la variación de salinidad del agua en esta intersección está relacionada principalmente con las descargas de los ríos y las lagunas, donde el flujo de agua continental aporta gran cantidad de materia orgánica y nutrientes que promueven una alta productividad en la zona (Ortiz-Lozano *et al.*,

2010), soportando una gran diversidad de especies, desde productores primarios hasta grandes depredadores (López *et al.*, 2011).

La región presenta una estacionalidad climática conformada por tres temporadas denominadas: “Secas” que incluye del mes de marzo a junio, “Lluvias” los meses de julio a octubre y “Nortes” entre los meses de noviembre a febrero (García-Miranda, 1978; Salas-Pérez & Granados-Barba, 2008). Las condiciones de cada temporada propician variaciones en la temperatura, la cantidad de aporte de agua dulce que, a su vez, ocasiona cambios en la salinidad, asimismo el acarreo de nutrientes cuya concentración varían entre temporadas en el SLA y la costa adyacente (Morán-Silva *et al.*, 2005).

La población de tursiones en esta región ha mostrado características de ser una población abierta (Morteo *et al.*, 2017), con una comunidad núcleo de individuos residentes, que recibe una afluencia de individuos de regiones contiguas (Bolaños-Jiménez *et al.*,

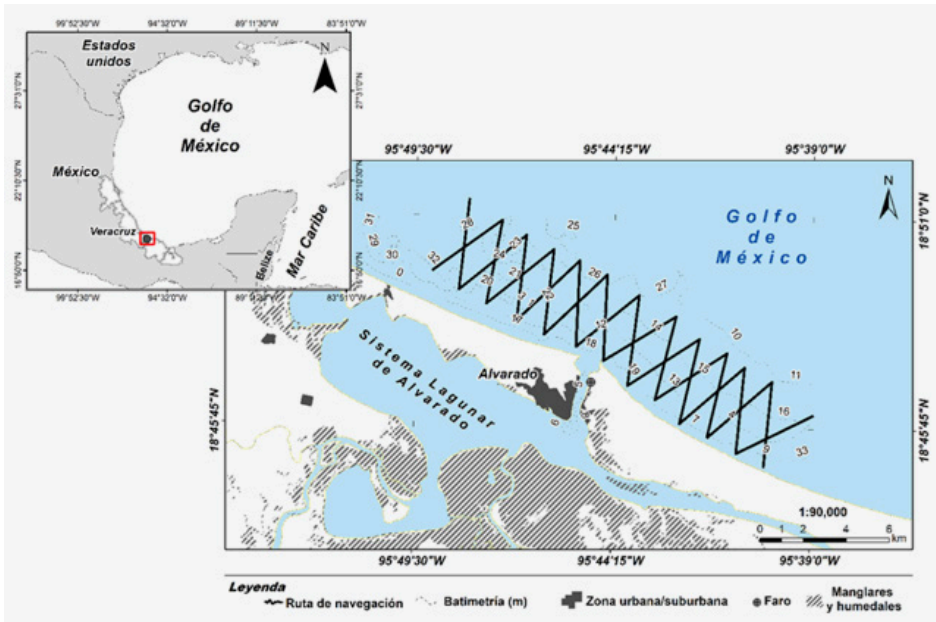


Figura 1. Localización del área de estudio, costa de Alvarado Veracruz, México.

2021). Esta población núcleo se encuentra segregada sexualmente (Morteo *et al.*, 2014), existiendo una evasión recíproca entre las tursiones de esta población y las pesquerías (Morteo *et al.*, 2012; La Fauci, 2017).

La pesca artesanal en la zona comúnmente se realiza en embarcaciones de ~7 m de eslora con motor fuera de borda y, aunque no existen datos sobre el tráfico marítimo, se estima que en un día podrían circular ≈70 embarcaciones (Morteo *et al.*, 2012). Las artes de pesca empleadas dependen de las especies objetivo y pueden ser redes (*e.g.* agallera, de cerco, charanguera, carnadera, atarraya y cedazo), líneas (*e.g.* cordel, anzuelo, palangre, cimbra, rosario, curricán), de golpeo (*e.g.* arpón, fisga o chuzo), o buceo (*e.g.* gancho, colecta manual) (Jiménez-Badillo & Castro-Gaspar, 2007).

De las 90 especies de peces óseos que se capturan en la zona, sólo 11 son de valor comercial: peto (*Scomberomorus cavalla*), medregal (*Seriola zonata*), sardina (*Harengula jaguana*), rubia (*Ocyurus chrysurus*), chopá (*Kyphosus incisor*, *Kyphosus sectator*), lisa (*Mugil cephalus*), bonito (*Euthynnus alletteratus*), cubera (*Lutjanus cyanopterus*), jurel blanco (*Caranx latus*) y jurel amarillo (*Caranx hippos*) (Jiménez-Badillo *et al.*, 2006; Jiménez-Badillo & Castro-Gaspar, 2007).

Navegaciones

Se recopilieron datos durante las operaciones pesqueras normales de la flota artesanal, mediante navegaciones en embarcaciones pesqueras tipo panga (≈7 m de eslora) con motores fuera de borda (40 a 60 hp) y bajo condiciones de mar menores a Beaufort 3

(velocidad del viento $>15 \text{ m h}^{-1}$) (Chávez-Martínez, 2017; Rechimont *et al.*, 2018; Chávez-Martínez *et al.*, 2022). Las navegaciones fueron realizadas en los siguientes periodos: *i*) agosto-2009 a enero- 2010; *ii*) noviembre-2015 a agosto-2016, y *iii*) enero-2017 a diciembre-2019. La distancia cubierta, y los tipos de artes de pesca usadas en cada lance, fueron decisión de los pescadores, por lo que la tripulación de investigación actuó solo como observadora, y cada lance se consideró como un experimento independiente (Lauriano *et al.*, 2004; Chávez-Martínez, 2017; Rechimont *et al.*, 2018).

Se colectaron datos previos al lance como el tamaño de luz de malla, la longitud neta y el calado de la red. En el caso de interacción con tursiones (definida como la observación simultánea de éstos y redes agalleras dentro de un radio de 200 m (Morteo *et al.*, 2012; Morales-Rincón *et al.*, 2019), se documentó el tamaño (número de individuos) y la com-

posición (proporción de adultos, jóvenes y crías) del grupo, la presencia o ausencia de depredación, los daños a las artes de pesca y la duración de los eventos (Chávez-Martínez, 2017).

Asimismo, durante el levantamiento de las redes se recopilaron los siguientes datos: tiempo de armado y arrastre neto, especies capturadas, peso total de especies individuales, daño morfológico al pez (fotografías), ubicación geográfica con GPS (Garmin®) en coordenadas métricas UTM WGS84 y la profundidad en la zona donde se realizó el lance de la red (tabla I).

Identificación taxonómica

Los peces colectados se identificaron hasta el nivel de especie, para conocer cuáles se encontraban en los lances y cuáles fueron de interés para los tursiones (Chávez-Martínez, 2017). Para la identificación taxonómica con base en la morfología externa, se usó el

Tabla 1. Variables registradas en los lances con redes de enmalle (agalleras) durante el estudio de Rechimont (2015) realizados en dos comunidades pesqueras de la costa central de Veracruz. Las variables aparecen en el formato de LavMMar-012.

Interacción	Variables operacionales	Variables ambientales
1. Duración	1. Esfuerzo de pesca	1. Estado del mar (Beaufort)
2. No. de tursiones involucrados	2. Luz de malla	
3. Depredación y tipo de daño a los peces:	3. Longitud y altura de la red	
A- Sólo queda cabeza B- Sólo queda cola C- 1 o más partes removidas D- Sólo quedan fragmentos E- Sólo queda piel y/o huesos		
4. Daño al equipo de pesca	4. Composición de captura (riqueza de especies) 5. Peso total de captura 6. Posición geográfica (Garmin GPS 72H) 7. Profundidad (m) 8. Número de embarcaciones	

“Catálogo de especies y artes de pesca del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano” (Jiménez-Badillo & Castro Gaspar, 2007), así como la base de datos de acceso libre “FishBase” y el sistema integrado de revisión taxonómica “ITIS” (Rechimont, 2015). Posteriormente, con base en la literatura y en la evidencia de daño en los peces capturados en los lances, se discriminaron las presas potenciales y no potenciales del tursión. Las presas potenciales, se compararon con la dieta reportada para la especie mediante la base de datos elaborada por Mora-Manzano (2018). Esto permitió determinar las especies ícticas presentes en la zona de estudio que coinciden con las registradas como alimento del tursión publicadas en artículos científicos a nivel mundial.

Esfuerzo pesquero

Durante el periodo de muestreo se monitoreó la flota pesquera local en los sitios de amarre y desembarque en el área de estudio y los datos se agruparon por mes y año. Igualmente, durante las navegaciones de pesca se registró en cada ocasión el número y estado de actividad de cada embarcación observada, y se calculó la abundancia relativa dividiendo el número de embarcaciones observadas entre el número de días laborados (lunes a sábado) por cada mes (enero-diciembre) y año de muestreo (2009–2010, 2015–2019).

Superposición de recursos entre tursiones y pesca artesanal

Se utilizó el índice de superposición de nichos de Pianka (1973) (ecuación 1), para

evaluar la similitud de la composición de la biomasa entre las presas de tursiones y las capturas pesqueras.

$$\alpha = \frac{\sum_i P_{ij} \cdot P_{ik}}{\sqrt{\sum_i (P_{ij})^2 \cdot \sum_i (P_{ik})^2}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde: P_{ij} es el porcentaje de presa i del depredador j , P_{ik} es el porcentaje de presa i del depredador k . Este índice varía entre 0 y 1, por lo que la similitud es mayor cuanto más se acerca el índice a 1.

Estimación de la producción pesquera

Para estimar la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), y la biomasa capturada, se utilizó la fórmula propuesta por Burke (2004) (ecuación 2), utilizando como métricas el peso (kg) de la captura, el tiempo de inmersión (h) y los metros de red empleados. Ésta, se multiplicó por el número promedio de días de pesca durante cada temporada para obtener una medida estandarizada de la producción total, y por especie, para cada día, y se multiplicó por el esfuerzo pesquero registrado a lo largo del tiempo (Morteo et al., 2012; Hurtado-Mejorada, 2021) para obtener datos por mes, temporada y año de pesca. Debido a la variación en la longitud del arte de pesca, la CPUE se estandarizó para cada 1 000 m de longitud de red.

$$CPUE = \frac{C}{ST} \cdot NL \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde: $CPUE$ es la captura por unidad de esfuerzo (kg m^{-1} , en adelante kg lance^{-1}), C es la captura (kg), ST es el tiempo que permanece la red en el agua (h) y NL es la longitud de la red (m).

Estimación del consumo de los tursiones

Para estimar el consumo de presas por los tursiones, se tuvo en cuenta la información sobre el consumo de alimento de mamíferos marinos en cautiverio (Kastelein *et al.*, 2002) y en vida libre (Rossman *et al.*, 2015), por lo que se consideró que los tursiones consumen diariamente cerca del 5% de su peso corporal (Barros & Odell, 1990). Además, se usó el tamaño de grupo promedio que interactúa con las artes de pesca (Morales-Rincón, 2016) y se utilizó una masa corporal promedio de 200 y 130 kg para los tursiones (adultos y jóvenes, respectivamente), lo que se traduce en un consumo promedio diario de alimento de entre 12.5 y 6.8 kg por tursión adulto y joven, respectivamente (Bearzi *et al.*, 2010).

Se estimó el consumo total de la población de tursiones que se encuentran en la zona diariamente, según las estimaciones poblacionales para el área de estudio (*e.g.* Morteo *et al.*, 2017; Bolaños-Jiménez *et al.*, 2021; Cerdán-Gómez, 2022) y el consumo de los individuos que interactúan con la pesca (García-Hernández, 2022). Para estimar las variaciones temporales en la depredación de artes de pesca (CPM) se utilizaron las tasas de consumo de alimento (Aurioles-Gamboa, 2003), junto el número de tursiones promediados por mes (ecuación 3)

$$CPM = ID \times 20 \times TPi \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde; *CPM* es el consumo de alimento promedio mensual, *ID* es la tasa de ingestión diaria, 20 es el número promedio de días de pesca por mes y *TPi* es el tamaño del grupo que interactúa con los lances de pesca.

Con base en los estudios de Chávez-Martínez (2017) y Mora-Manzano (2018) se identificaron 16 especies en la zona de estudio, que forman parte de la dieta de *Tursiops truncatus* (tabla 2).

Estimación de daños a las capturas

Para evaluar el daño a la captura, se analizó cada espécimen capturado en presencia de interacción con tursiones y se clasificó de acuerdo con el daño morfológico que presentó, de acuerdo con las siguientes categorías: A - Cabeza, cuando sólo quede la cabeza o se retire el cuerpo a nivel de las branquias, B - Cola, sólo queda la cola, C - Mordida, cuando el pez muestre una o más partes eliminadas, D - Fragmento, sólo quedan partes del pez, y E - Vestigial, cuando el cuerpo quede vacío con sólo la piel y los huesos restantes (Lauriano & Di Muccio, 2002; Chávez-Martínez, 2017).

Se evaluó la frecuencia de cada tipo de daño de manera general y por especie, buscando diferencias temporales (mes, temporada y año) y taxonómicas (por tipo de presa) mediante pruebas no paramétricas Kruskal-Wallis (K-W) y Mann-Whitney (M-W).

Estimación de daños económicos

Para evaluar el valor comercial de cada especie capturada, se obtuvo el valor del pescado vendido (peso kg^{-1}) de acuerdo con su fecha de captura, mediante datos proporcionados por el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA) y se multiplicó por la captura mensual, por temporada y por año.

Tabla 2. Nombre científico y común de las especies presa del *Tursiops truncatus* en las aguas costeras de Alvarado, Veracruz.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Ariidae	<i>Ariopsis felis</i>	Bagre
Arridae	<i>Bagre marinus</i>	Banderita
Carangidae	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	Casabe
Carangidae	<i>Caranx hippos</i>	Jurel
Carangidae	<i>Oligoplites saurus</i>	Quiebra cuchillo
Carangidae	<i>Caranx crysos</i>	Cojinuda
Clupeidae	<i>Opisthonema oglinum</i>	Sardina
Elopidae	<i>Elops saurus</i>	Mascabil
Haemulidae	<i>Conodon nobilis</i>	Ronco
Lutjanidae	<i>Lutjanus synagris</i>	Villajaiba
Penaeidae	<i>Farfantepenaeus aztecus</i> y/o <i>Litopenaeus setiferus</i>	Camarón
Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i>	Anchoa
Sciaenidae	<i>Larimus fasciatus</i>	Cabezón
Sciaenidae	<i>Menticirrhus americanus</i>	Ratón
Sciaenidae	<i>Cynoscion arenarius</i>	Trucha
Scomberidae	<i>Scomberomorus maculatus</i>	Sierra
Scomberidae	<i>Scomberomorus cavalla</i>	Peto
Stromateidae	<i>Prepilus paru</i>	Palometa
Synodontidae	<i>Synodus foertens</i>	Chile

Finalmente, con los datos de la CPUE (Ecuación 1) se utilizó el enfoque propuesto por Lauriano *et al.* (2004), para estimar la pérdida económica “mínima” *per se* en total y para cada especie, tomando como base un mes de trabajo para faenas de pesca (*e.g.* en promedio 20 días efectivos de pesca) a través de la ecuación 4.

$$ED = L \cdot l \cdot f \cdot d \cdot pags \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde; *ED* es la pérdida económica (en pesos mexicanos) de cada embarcación, *L*

es la pérdida promedio de captura de la red (kg m^{-1}), *l* es la longitud neta promedio diaria (m) utilizada por los pescadores, *f* es la frecuencia de las interacciones con los tursiones, *d* es el período promedio de captura (días) y *pags* es el precio de comercialización (en pesos mexicanos kg^{-1}) de la captura. Los datos se compararon por especie, año y temporada para determinar diferencias en el daño económico potencial a través de comparaciones múltiples mediante pruebas no paramétricas.

Resultados

Esfuerzo de muestreo

Se realizaron un total de 48 navegaciones (durante cuatro días al mes), con una duración promedio de 7 h cada una. En total representan 330.66 h de esfuerzo durante siete años, agosto de 2009 a mayo de 2010, noviembre de 2015 a septiembre de 2016, enero de 2017 a julio de 2018 y marzo a agosto de 2019, y en las temporadas climáticas de Secas (marzo-junio), Lluvias (julio-octubre) y Nortes (noviembre-febrero).

En las navegaciones se registraron 190 faenas de pesca, de las cuales 117 (62 %) involucraron el uso de red agallera; de éstas en 54 (46 % del total) se observó interacción con el tursión y en 21 (17 % del total) se pudo observar depredación a la pesca (tabla 3).

Esfuerzo pesquero y superposición de recursos

Los datos más consistentes sobre el tráfico de embarcaciones en las aguas de Alvarado se obtuvieron entre los años 2006 a 2010 (2 218 embarcaciones) de las cuales el 75 % fueron pesqueras (1 664 embarcaciones). Para cada mes de muestreo se contabilizaron entre 52 y 340 embarcaciones, lo que resultó en una abundancia relativa de entre 5 y 30 embarcaciones por día en cada mes de muestreo, con mayor actividad pesquera durante la temporada de Lluvias (julio-agosto). Con base en estos datos, la abundancia relativa se promedió para los siguientes años (2015 – 2019) resultó en 19.37 embarcaciones por día (tabla 4), lo que coincide en general con los datos registrados para dicho periodo.

Tabla 3. Esfuerzo de muestreo realizado durante las temporadas climáticas de Secas, Lluvias y Nortes de 2009 – 2010, 2015 – 2016, 2017 – 2018, 2019 en las costas de Alvarado, Veracruz. LRA= lances con red agallera; LRA-I= lances con red agallera y con interacción, LRD= lances de red agallera con depredación.

Periodo	Temporada	Navegaciones	Faenas	LRA	LRA-I	LRD
2009 – 2010	Secas	4	8	4	4	2
	Lluvias	6	20	14	8	4
	Nortes	6	18	13	11	3
2015 – 2016	Secas	4	24	15	2	1
	Lluvias	4	22	16	8	5
	Nortes	7	26	9	1	1
2017 – 2018	Secas	4	25	13	7	2
	Lluvias	5	14	11	4	2
	Nortes	5	26	16	5	0
2019 – 2019	Secas	1	2	2	2	1
	Lluvias	2	5	4	2	0
	Nortes	0	0	0	0	0
Total		48	190	117	54	21

Tabla 4. Flota pesquera que opera en Alvarado por año.

Año	Embarcaciones	Navegaciones	Abundancia relativa (Emb Nav ⁻¹)
2006	743	20	37.15
2007	266	18	14.78
2008	201	10	20.10
2009	235	20	11.75
2010	219	15	14.60
Total	1,664	83	19.68

El índice de Pianka (1973), mostró una probable similitud en la composición de la biomasa entre la dieta del tursi3n y las capturas de la pesca artesanal en el 1rea de estudio, con una superposici3n del 90 %.

Riqueza de la pesca artesanal

En los lances analizados se capturaron un total de 50 especies que corresponden a 28 familias que incluyen peces 3seos (familias: Ariidae, Balistidae, Carangidae, Clupeidae, Elopidae, Engraulidae, Gerreidae, Haemulidae, Lutjanidae, Paralichthyidae, Pomatomidae, Sciaenidae, Scombridae, Synodontidae y Triglidae) y cartilaginosos (tiburones y rayas), as3 como crust1ceos (camarones y jaibas), de los cuales el 44% son de importancia comercial en Alvarado, Ver. (tabla 5).

Biomasa pesquera

Se obtuvo en total una biomasa de 1,602.08 kg (1.602 t) con respecto a los 117 lances con red agallera durante los muestreos, de los cuales 418.78 kg (0.418 t) (Ecuaci3n 3= 6.04 ± 9.71) pertenecen a los lances donde no hubo interacci3n y 1,183.28 kg (1.183 t) (Ecuaci3n 3= 20.89 ± 76.94) a los lances donde hubo interacci3n con el tursi3n. Al comparar la biomasa capturada por tipo de lance (con interacci3n y sin interacci3n) no

se encontraron diferencias significativas (M-W: W= 1564.5, $p= 0.45$), lo que implica que la interacci3n de los tursi3nes no depende de la biomasa capturada.

Las cinco especies con mayor biomasa capturada fueron el ronco (*C. nobilis*), peto (*S. cavalla*), sierra (*S. maculatus*), jurel (*C. hippos*) y el bonito (*E. alletteratus*), representando el 91 % de la biomasa total capturada, de las cuales el jurel, la sierra y el peto son parte de la dieta del tursi3n. En este caso s3 se encontraron diferencias significativas para la biomasa capturada entre los lances con y sin interacci3n con tursi3nes por mes (K-W: = 22.7, $gI= 11$, $p= 0.001$), para las tres temporadas clim1ticas (K-W: = 7.7, $gI= 2$, $p= 0.02$), y los periodos anuales (K-W: = 22.7, $gI= 3$, $p < 0.001$). Esto implica que la combinaci3n de la temporalidad con la presencia de algunas especies preferidas por los tursi3nes puede influir en la interacci3n de 3stos con el arte de pesca.

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

Con respecto a la CPUE, se obtuvo que en los lances con interacci3n hubo una mayor captura con 4 178.72 kg lance⁻¹, en comparaci3n con los 3 053.61 kg lance⁻¹ de los lances sin interacci3n; sin embargo, la prueba de

Nuevo Conocimiento sobre el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México:
integrando los ambientes costeros

Tabla 5. Especies de peces capturadas en las costas de Alvarado, Veracruz.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Ariidae	<i>Ariopsis felis</i>	Bagre
	<i>Bagre marinus</i>	Banderita
Balistidae	<i>Balistes capricus</i>	Cochino
Belonidae	<i>Strongylura notata</i>	Picoaguja
	<i>Caranx crysos</i>	Cojinuda
Carangidae	<i>Caranx hippos</i>	Jurel
	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	Casabe
	<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	Jurelito chato/Chicharra
	<i>Oligoplites saurus</i>	Quiebra cuchillo
	<i>Selar crumenophthalmus</i>	Salmonete
	<i>Selene brownii</i>	Jorobado
	<i>Selene vomer</i>	Gallito
Carcharhinidae	<i>Trachinotus carolinus</i>	Pámpano
		Cazón
Clupeidae		Tiburón
	<i>Jenkinsia lamprotaenia</i>	Manjua
Elopidae	<i>Opisthonema oglinum</i>	Sardina
	<i>Elops saurus</i>	Mascabil
Engraulidae	<i>Cetengraulis edentulus</i>	Burrita/Anchoveta
Gerreidae	<i>Diapterus auratus</i>	Mojarra blanca
	<i>Eucinostomus argenteus</i>	Mojarra plateada
Gymnuryidae		Raya
Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i>	Burriquete/Burro
	<i>Conodon nobilis</i>	Ronco
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Charchis
Kyphosidae	<i>Lobotes surinamensis</i>	Chopa
Labridae	<i>Lacholaimus maximus</i>	Perro
Lutjanidae	<i>Lutjanus campechanus</i>	Huachinango
	<i>Lutjanus synagris</i>	Villajaiba
Mullidae	<i>Upeneus parvus</i>	Chivo
Paralichthyidae	<i>Citharichthys abbotti</i>	San Pedro
		Lenguado
Penaecidae	<i>Farfantepenaeus aztecus</i> y/o <i>Litopenaeus setiferus</i>	Camarón
Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i>	Anchoa
Portunidae		Jaiba
Rachycentridae		Bacalao
Sciaenidae	<i>Cynoscion arenarius</i>	Trucha
	<i>Larimus fasciatus</i>	Cabezón

Tabla 5. Especies de peces capturadas en las costas de Alvarado, Veracruz.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Sciaenidae	<i>Menticirrhus littoralis</i>	Ratón
	<i>Umbrina coroides</i>	Doradilla
	<i>Auxis thazard</i>	Bonito
Scombridae	<i>Euthynnus alletteratus</i>	Bonito
	<i>Scomberomorus cavalla</i>	Peto
	<i>Scomberomorus maculatus</i>	Sierra
Sphyraenidae	<i>Sphyramena guachancho</i>	Tolele
Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i>	Martillo
Stromateidae	<i>Prepilus paru</i>	Palometa
Synodontidae	<i>Synodus foetens</i>	Chile
Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i>	Conejo
Triglidae	<i>Prionotus rubio</i>	Mariposa

Mann-Whitney no mostró diferencias significativas entre los lances (con interacción y sin interacción) ($W= 1,248$, $p= 0.89$). En este caso, hubo una tendencia no significativa de los tursiones para interactuar con redes con mayor CPUE.

Se encontraron diferencias significativas para la CPUE para el análisis mensual ($K-W: = 23.06$, $gl= 11$, $p= 0.01$), por temporada ($K-W: = 17.7$, $gl= 2$, $p < 0.001$) y anual ($K-W: = 9.4$, $gl= 3$, $p= 0.02$). La prueba *post hoc* de Dunn, indicó valores más altos para los meses de marzo-junio y agosto-septiembre (figura 2); asimismo, para la temporada de Lluvias con respecto a Secas y Nortes, y para el periodo 2009–2010 en relación con el periodo 2015–2016 y 2017–2018. Evidenciando la alta variabilidad inter e intra anual de la pesquería con redes agalleras.

El análisis de la CPUE para los lances en presencia y ausencia de presas potenciales de tursiones para el periodo completo de estudio, mostró diferencias significativas ($M-W: W= 2230.5$, $p < 0.001$). Asimismo,

se observaron diferencias significativas entre meses ($K-W: = 27.8$, $gl= 11$, $p= 0.003$), temporadas climáticas ($K-W: = 17.7$, $gl=2$, $p < 0.001$), y periodos anuales ($K-W: = 13.9$, $gl= 3$, $p= 0.002$).

La prueba *post hoc* de Dunn, indicó que valores más altos se presentaron entre los meses de marzo-junio y agosto-octubre, para la temporada de Lluvias con respecto al resto de las temporadas y para el periodo 2009 – 2010 con relación al 2015 – 2016 y 2017 – 2018. Esto indica que existen efectos temporales en la CPUE, relacionados con la presencia de algunas especies, dadas las características de las redes agalleras empleadas (*e.g.* longitud, profundidad y luz de malla).

Interacción con pesquerías

En total se registraron 54 eventos de interacción de tursiones en torno a las actividades de pesca. El tamaño promedio del grupo fue de 3.4 individuos, donde los dúos fueron los más frecuentes (25 %); sin embargo, fue muy variable a lo largo del tiempo.

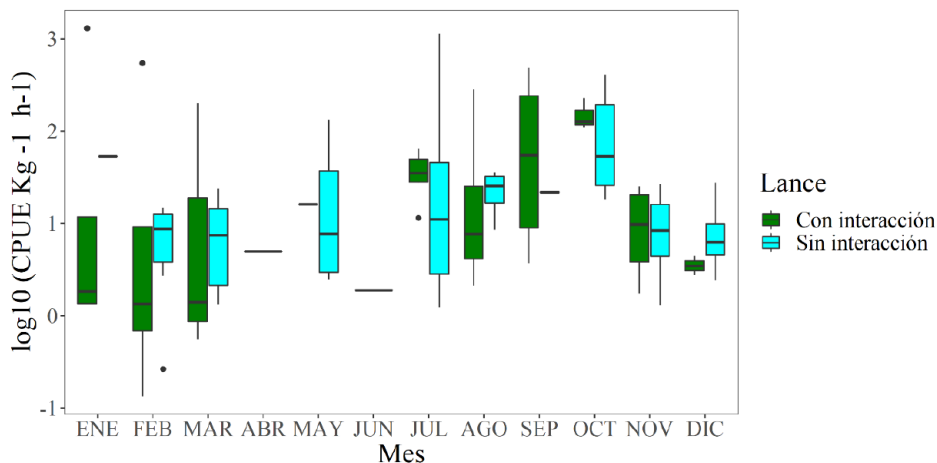


Figura 2. Mediana de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE en kg m⁻² h⁻¹ ó kg lance⁻¹) en los lances de redes agalleras por la flota pesquera artesanal con interacción y sin interacción con tursiones en las aguas costeras de Alvarado, Veracruz (n= 117 lances, K-W, p= 0.001). Las cajas representan el rango intercuartil, las líneas verticales el rango de datos y los puntos los valores extremos.

Consumo potencial del tursión

Las clases de edad (*e.g.* etapa de desarrollo) de los tursiones que interactuaron con la pesca artesanal fueron adultos y jóvenes con una tasa de consumo de biomasa total de 12.5 y 6.8 kg diarios por individuo, respectivamente. Por otra parte, la biomasa total extraída por las pesquerías locales durante el periodo de estudio, incluyendo solamente las especies que forman parte de la dieta de *T. truncatus*, se estimó en 19 569.80 t. Considerando ahora, el número y la clase etaria de tursiones que interactuaron con la pesca durante todo el periodo, se estimó una biomasa consumida por los tursiones de 365.02 t, que representa sólo el 2 % de la biomasa extraída por la pesca artesanal agallera.

En general, el consumo potencial mensual (*p.ej.* la estimación ponderada conforme a la proporción de individuos de la población que en teoría se alimentan exclusivamente de la pesca artesanal), para los adultos tuvo

un promedio de 24.05 (±17) t. Específicamente, durante el mes de julio el consumo fue mayor comparado con otros meses, siendo de 62.22 t en adultos, mientras que para los jóvenes fue de 6.07 (±4.5) t, y fue más alta en el mes de octubre (20.6 t) para los jóvenes. La temporada con mayor tasa de consumo potencial fue la de Secas tanto para adultos (46.23 t) como jóvenes (9.34 t), y el periodo anual con mayor consumo potencial fue 2017–2018 tanto para adultos como para jóvenes (63.0 y 29.4 t, respectivamente).

Evaluación de daños a la captura

Durante la interacción de los tursiones con las redes agalleras se documentó la depredación en 21 lances, resultando en una tasa de depredación de 17 %. De estos lances, nueve (7 %) pertenecieron al periodo 2009 – 2010, siete (5 %) al periodo 2015 – 2016, cuatro (3 %) al periodo 2017 – 2018 y uno

(0.8%) para 2019, donde la mayor frecuencia de depredación ocurrió durante la temporada de Lluvias ($n=17$ lances).

En total se registraron 35 peces de 13 especies con evidencia de depredación, *S. cavalla* ($n=8$) y *S. maculatus* ($n=8$) fueron los más frecuentes, seguido de *C. edentulus* ($n=5$), *C. chrysurus* ($n=4$), *C. nobilis* ($n=2$). Las especies restantes (*A. felis*, *C. crysos*, *C. hipos*, *C. abbotti*, *H. amblyrhynchus*, *E. argenteus*, *E. alletteratus* y *Portunidae spp.*) solo presentaron una sola evidencia de depredación (tabla 6), de las cuales al menos seis de estas especies (*A. felis*, *C. crysos*, *C. hipos*, *C. nobilis*, *S. cavalla* y *S. maculatus*) han sido reportados como presas del tursión.

Los registros de daño físico a los peces incluyeron los tipos A, C, D y E, donde los tipos C y D (una o más partes removidas/fragmentos) fueron la más frecuentes (85% de las especies dañadas). La categoría de daño C (una o más partes removidas) se observó en mayor ocasión para las especies *S. cavalla* ($n=8$) y *S. maculatus* ($n=4$).

Evaluación de daños económicos

Considerando la frecuencia de las interacciones de los tursiones y las especies involucradas en la depredación, el análisis del daño económico mostró que cuando los tursiones capturan peces, la pérdida económica “mínima” equivale aproximadamente a \$390.80 por cada lance depredado por tursiones. Tomando en cuenta esto, para el periodo de estudio (2009 - 2019), el cálculo del daño efectivo por depredación para los 21 lances observados resultó en una pérdida económica total de \$8 206.80.

Al extrapolar este valor considerando el promedio del número de embarcaciones que diariamente operan en el área de estudio cada día del año ($n=19.4$ embarcaciones día⁻¹), durante las faenas regulares (20 días del mes) de la pesca artesanal, se obtuvo una pérdida mínima estimada de \$ 158 965.70 por año. Dado que el valor de las especies de presas potenciales del tursión, considerando la captura total de la flota pesquera artesanal en Alvarado para el periodo de estudio fue estimado en \$ 543 397 417.00, la pérdida mínima calculada por la depredación por tursiones se encuentra en el orden del 0.02 %.

En general, no se encontraron diferencias temporales significativas en la pérdida económica potencial mínima por periodo anual (K-W: = 5.05, $gl=3$, $p=0.1$), o temporadas climáticas (K-W: = 5.05, $gl=3$, $p=0.1$), pero sí para los diferentes meses del año (K-W: = 21.2, $gl=11$, $p=0.03$). Esto implica que, dadas las variaciones tanto intra como interanuales en la disponibilidad de especies ícticas, la valoración económica de las interacciones entre los tursiones y la pesca artesanal agallera, tienen pocas probabilidades de modelarse con éxito dado el alto grado de incertidumbre.

Por ejemplo, la prueba *post hoc* de Dunn, indicó valores de pérdida más altos para los meses de marzo, agosto y octubre, para la temporada de Lluvias en comparación con la de Nortes, así como para el 2019 con respecto a los periodos anteriores; sin embargo, las pérdidas durante el 2009 – 2010 fueron ligeramente mayores en relación con el 2015 – 2016 y 2017 – 2018.

Nuevo Conocimiento sobre el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México:
integrando los ambientes costeros

Tabla 6. Especies depredadas en redes agalleras durante la interacción del tursi3n con la pesca artesanal de Alvarado, Veracruz, entre los a3os 2009 – 2010, 2015 – 2016, 2017 – 2018 y 2019. *Lances en los que la depredaci3n se determin3 a trav3s de la observaci3n de tursiones aliment3ndose directamente de la captura de las redes agalleras.

Fecha	Identificaci3n del Lance	Especie	Nombre com3n	No. individuos	Tipo de da3o
26/08/2009	003	<i>Scomberomorus cavalla</i>	Peto	3	C
13/09/2009	003	<i>Scomberomorus maculatus</i>	Sierra	1	D
	004	<i>Caranx crysos</i>	Cojinuda	1	D
22/10/2009	001	<i>Scomberomorus maculatus</i>	Sierra	1	C
24/11/2009	005	<i>Scomberomorus cavalla</i>	Peto	1	C
29/01/2010	002	<i>Portunidae sp.</i>	jaiba	1	E
	003	<i>Caranx hipos</i>	Jurel	1	E
23/03/2010	002	<i>Conodon nobilis</i>	Ronco	1	A
24/03/2010	006	<i>Conodon nobilis</i>	Ronco	1	D
		<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	Casabe	1	C
		<i>Scomberomorus maculatus</i>	Sierra	1	D
26/11/2015	002	<i>Scomberomorus cavalla</i>	Peto	3	C
		<i>Scomberomorus maculatus</i>	sierra	3	C
12/02/2016	001	<i>Cetengraulis edentulus</i>	Burrita	5	A (1), C (1) y D (3)
		<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	Casabe	1	C
03/07/2016	004*				
	005*				
30/08/2016	003	<i>Scomberomorus cavalla</i>	Peto	1	C
		<i>Ariopsis felix</i>	Bagre	1	C
	008	<i>Citharichthys abboti</i>	Lenguado	1	C
24/09/2016	027	<i>Scomberomorus maculatus</i>	Sierra	1	B
12/07/2017	091	<i>Euthynnus alletteratus</i>	Bonito	1	C
30/08/2017	111	<i>Eucinostomus argenteus</i>	Mojarra	1	C
24/03/2018	591	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	Casabe	1	D
	594	<i>Scomberomorus maculatus</i>	Sierra	1	D
		<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	Casabe	1	D
12/03/2019	017	<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	Chicharra	1	C
Total				35	

Discusión

Esfuerzo de muestreo

Las condiciones climáticas limitaron el muestreo a 117 lances, lo cual fue menor en comparación con estudios similares. A pesar de ello, los resultados mostraron un comportamiento heterogéneo de la pesquería, similar a estudios recientes en la misma zona (Rechimont *et al.*, 2018; Chávez-Martínez *et al.*, 2022; García-Hernández, 2022). Por otra parte, la duración del estudio permitió obtener una caracterización adecuada del esfuerzo pesquero y detectar variaciones significativas (Rechimont, 2015).

Esfuerzo pesquero y superposición de recursos

Las pesquerías costeras en la región central de Veracruz, incluyendo Alvarado, son inespecíficas y no reguladas, practicadas principalmente para autosustento y utilizando diversas artes de pesca sin especies objetivo definidas durante todo el año (Jiménez-Badillo & Gaspar-Castro, 2007). Como se observó en este estudio, las embarcaciones artesanales en Alvarado, Veracruz, especialmente aquellas que usan redes agalleras, son más activas durante los meses de julio a octubre, coincidiendo con la temporada de Lluvias y Nortes, características que propician mayor productividad y disponibilidad de recursos (Morteo *et al.*, 2012; Rechimont *et al.*, 2018; Morales-Rincón *et al.*, 2019).

Este trabajo confirma la notable competencia entre los tursiones y las embarcaciones pesqueras en Alvarado, particularmente en la detección y consumo de presas. Aunque los tursiones alteran su comportamiento cerca de embarcaciones, no se alejan de sus

zonas de alimentación establecidas, mostrando una cierta habituación a la actividad pesquera (Morteo *et al.*, 2012; Morales-Rincón, 2016; García-Aguilar, 2020); sin embargo, estos encuentros son generalmente esporádicos con comportamiento evasivo por parte de los tursiones (Morteo *et al.*, 2017; Morales-Rincón *et al.*, 2019).

Se conoce que el tursión compite directamente por presas con las pesquerías, principalmente de las familias Ariidae, Carangidae y Clupeidae, que son comercialmente valiosas en la zona de Alvarado (Mora-Manzano, 2018; Rechimont *et al.*, 2018; Chávez-Martínez *et al.*, 2022). Esta superposición también se ha observado en otras regiones como el mar Jónico y el golfo de Taranto (Bearzi *et al.*, 2010; Ricci *et al.*, 2020). Siendo que la superposición se mide por el porcentaje de presas en la dieta de los tursiones comparado con las capturas en la pesca, se sugiere que la eliminación de biomasa y la importancia relativa de las especies puede variar para ambas partes.

Características de la captura

El SLA, afectado por cambios físicos, biológicos y químicos, así como por la sobreexplotación pesquera global, sigue albergando una riqueza significativa de especies ícticas, compuesta por especies dulceacuícolas, eurihalinas y estenohalinas, y depende de factores fisicoquímicos como la salinidad, temperatura y oxígeno disuelto, los cuales influyen en su diversidad y dinámica poblacional (Potter *et al.*, 2001; Cruz-Escalona, 2005; Morteo *et al.*, 2012; Aguirre-León *et al.*, 2014; Mora-Manzano, 2018; Chávez-Mar-

tínez *et al.*, 2022). Al menos 50 especies de 28 familias han sido reportadas en esta zona, a pesar del impacto humano y la disminución comparativa con registros anteriores (Pérez-Hernández & Torres-Orozco, 2000; Cisneros-Mata *et al.*, 2004; Cruz-Escalona, 2005).

Las especies capturadas en la pesca artesanal variaron en abundancia a lo largo del estudio (principalmente entre temporadas), reflejando la alta productividad del sistema lagunar y los complejos procesos oceanográficos que sustentan la cadena alimenticia hasta los niveles tróficos superiores (Aguilar-Chacón, 2015; García-Hernández, 2022).

Además, los tursiones interactúan ocasionalmente con redes agalleras, especialmente cuando las capturas incluyen especies de interés como el jurel y la sierra; sin embargo, esta interacción es variable y debe analizarse considerando las características específicas del hábitat y las prácticas pesqueras (Lauriano *et al.*, 2004; Rocklin *et al.*, 2009; Rechimont, 2015; Morales-Rincón, 2016; Chávez-Martínez *et al.*, 2022; García-Hernández, 2022).

Biomasa y Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)

Los datos de biomasa y CPUE de este estudio concuerdan con investigaciones previas, sin diferencias significativas en la biomasa total, pese a las variaciones en la composición de las capturas durante interacciones con el tursión. Estas variaciones pueden atribuirse a la dinámica natural del ecosistema y a factores específicos de la actividad pesquera (Gassman & López-Rojas, 2015; Chávez-Martínez, 2017; Rechimont *et al.*, 2018; García-Hernández, 2022).

El comportamiento alimentario de *T. truncatus* en artes de pesca se relaciona con la abundancia de especies reportadas para el GM (*e.g.* *C. hipos* y *S. cavalla*) y que utilizan el SLA como zona reproductiva (Bowen & Siniff, 1999; Cruz-Escalona, 2005; Aguilar-Chacón, 2015). Al igual que otras áreas como las Azores, la interacción de tursiones con la pesca fue frecuente cuando la CPUE (553.2 kg lance⁻¹) fue más alta (Silva *et al.*, 2002), sugiriendo que los tursiones podrían dirigir peces hacia las redes.

Esto puede ser evidencia de una selección alimenticia oportunista de los tursiones basada en el valor nutricional y la estacionalidad de las presas (Chávez-Martínez *et al.*, 2022); sin embargo, otros estudios indican una relación negativa entre interacciones de tursiones y CPUE, posiblemente debido a la depredación o al efecto ahuyentador de estos mamíferos sobre los peces (Lauriano *et al.*, 2004; Torres, 2007; Peninno *et al.*, 2014). Además, las variaciones estacionales pueden afectar la disponibilidad de peces y la biomasa capturada, con un incremento durante la temporada de Lluvias debido a la mayor disponibilidad de nutrientes (Morán-Silva *et al.*, 2005; Parraga *et al.*, 2010).

Interacción entre el tamaño de grupo de tursiones y pesquerías

La formación de grupos de tursiones costeros está influenciada por factores como edad, sexo, jerarquías, señales ambientales y comportamientos individuales, con un tamaño de grupo de entre 5 y 15 individuos (Connor *et al.*, 2001; Morteo, 2011; García-Vital *et al.*, 2015). En áreas con me-

nor competencia por recursos, el tamaño del grupo está más relacionado con la biomasa de presas disponibles (Lauriano *et al.*, 2004; Brotons *et al.*, 2008).

En Alvarado, Veracruz, se observaron tursiones en grupos menores a cinco individuos, probablemente debido a una estrategia de reducción de detectabilidad y baja necesidad de formar grupos grandes para alimentarse, influenciados tanto por la presión pesquera, como por las represalias de los pescadores (Del Castillo-Olvera, 2010; García-Vital *et al.*, 2015). Esta adaptación también se manifiesta en la reducción del tiempo en superficie y cambios en el comportamiento acústico (Morales-Rincón *et al.*, 2019; Hurtado-Mejorada, 2021).

En los últimos años, los tursiones han aumentado su densidad cerca de la boca de la laguna, un área crítica para la pesca artesanal. Esto puede ser resultado de una alta presión pesquera, que podría resultar en más tursiones especializados en depredar redes y mayores daños tanto para las pesquerías como para los propios tursiones (Whitehead *et al.*, 2004; Morteo *et al.*, 2012; García-Aguilar, 2020; Morantes-Castellanos, 2022).

Consumo potencial de los tursiones que interactúan con las pesquerías

La población de tursiones en Alvarado, Ver., mantiene un equilibrio dinámico posiblemente cerca de su capacidad de carga con unos 120 individuos (Morteo *et al.*, 2017; Bolaños-Jiménez *et al.*, 2021). Estos requieren aproximadamente 40 t de biomasa íctica mensual para subsistir, de las cuales cerca de 30 t provendría potencialmente de la in-

teracción con redes de pesca artesanal; sin embargo, representa solo el 2 % de la biomasa extraída localmente por la pesquería local (García-Hernández, 2022). Esta relación subraya cierta interdependencia entre la pesca artesanal y los tursiones, destacando sus estrategias oportunistas de alimentación y las tasas de interacción (García-Vital *et al.*, 2015; Rechimont *et al.*, 2018; Morales-Rincón *et al.*, 2019; Hurtado-Mejorada, 2021; Chávez-Martínez *et al.*, 2022;).

Las variaciones en la biomasa consumida por los tursiones se relacionan con los cambios estacionales en las condiciones ambientales que afectan los niveles de nutrientes y, consecuentemente, la disponibilidad de presas. Por ejemplo, la menor disponibilidad de nutrientes durante los meses secos reduce la abundancia de presas, mientras que en algunos periodos, como 2017-2018, el aumento en la biomasa consumida por los tursiones puede deberse a la disminución de poblaciones de peces, influenciada por factores climáticos, ciclos reproductivos y sobreexplotación pesquera (Whitehead *et al.*, 2004; Cruz-Escalona, 2005; Brotons *et al.*, 2008; García-Aguilar, 2020; Chávez-Martínez *et al.*, 2022; Morantes-Castellanos, 2022).

Daños a la captura

La tasa de depredación observada (17 %) es similar a la reportada por Rechimont *et al.* (2018) (20 %) y la de otros estudios y regiones, incluyendo el Mediterráneo (Lauriano *et al.*, 2004; Brotons *et al.*, 2008; Rocklin *et al.*, 2009). Esta puede variar por factores como el tamaño de muestra y las características de las artes de pesca (Chávez-Martínez *et al.*, 2022).

Por otra parte, el número de especies depredadas ($N=13$) es menor que en otros estudios (Lauriano *et al.*, 2004: $N=14$; Rocklin *et al.*, 2009: $N=23$), lo que refleja diferencias en biodiversidad y factores logísticos (como el esfuerzo pesquero y el tamaño y luz de malla de la red). Aunque cabe destacar que el 60 % de las especies depredadas en la zona son comunes en la dieta de los tursiones en otras regiones, entre las que se encuentran *C. nobilis* y *S. cavalla* como las más capturadas, lo que nuevamente indica una alimentación oportunista (Barros & Odell, 1990; Wells & Scott, 2002; Chávez-Martínez *et al.*, 2022).

Es crucial considerar que la evidencia de depredación en 35 peces de 13 especies es una estimación mínima debido al sesgo de supervivencia, ya que los conteos solo muestran peces que no fueron completamente consumidos (Chávez-Martínez *et al.*, 2022). Además, los daños categorizados como C y D indican una estrategia de alimentación de tursiones jóvenes, mientras que el daño tipo A está asociado a tursiones adultos. Harwood (1992), sugiere que los mamíferos marinos pueden seleccionar la parte más nutritiva de la presa cuando tienen acceso a abundantes presas en redes, lo que convierte a las redes agalleras en un “supermercado” (Lauriano *et al.*, 2004). No obstante, también pueden usar las redes para atrapar presas que huyen de otros depredadores, como los tiburones y las orcas (Similä & Ugarte, 1993; Chávez-Martínez *et al.*, 2022).

Daños económicos

El valor de la biomasa consumida por los tursiones en Alvarado, Veracruz (365.02 t en 62 km²), fue notablemente distinto al de

trabajos similares debido a diferencias en la extensión de las áreas de estudio (mar Jónico= 89.8 t en 1,100 km², Bearzi *et al.*, 2010; Golfo de Tarento= 7,219 t en 7,745 km², Ricci *et al.*, 2020) y la abundancia de tursiones. A pesar de esto, el consumo diario medio de los tursiones locales fue alto (6.8–12.5 kg), debido a que el cálculo consideró una supuesta dependencia alimentaria exclusiva de la pesca artesanal, lo cual implica una sobreestimación, basada en el panorama más exigente de acuerdo con la percepción de los pescadores (Arias-Zapata, 2019; Morteo *et al.*, 2023). Esta percepción es importante, ya que la depredación marina impacta económicamente a las pesquerías globales, y es esencial contextualizar socioeconómicamente estas interacciones (Brotons *et al.*, 2008).

De acuerdo con CONAPESCA (2009–2019), los ingresos por pesca en Alvarado, Ver., se mantuvieron estables hasta 2018, pero disminuyeron significativamente en 2019. La disminución en el CPUE en la región refleja un desafío socioeconómico creciente para la pesca, con efectos visibles también en la salud de los tursiones (Rechimont, 2015; Chávez-Martínez, 2017; Ronzón-Contreras, 2018; García-Hernández, 2022). Las pérdidas económicas, aunque estimadas como sobrevaloradas hasta en un 37% (Díaz, 2009; Arias-Zapata, 2019; Morteo *et al.*, 2022), rondan entre los \$ 780 a \$ 1 170 por día, por embarcación, lo que se alinea cercanamente con las percepciones de los pescadores y puede estar influenciado por la sobrepesca y una mayor competencia por recursos limitados (Snape *et al.*, 2018).

Los daños a las redes y los costos subsecuentes de reparación, aunque no fueron

cuantificados en este estudio, son factores significativos que afectan la viabilidad económica y la psicología del pescador durante operaciones pesqueras (Lauriano *et al.*, 2004; Bearzi *et al.*, 2008; Rocklin *et al.*, 2009). El análisis preliminar de Morteo & Martínez-Serrano (2013), encontró que el 58 % de los pescadores de Alvarado consideró perder cantidades diariamente entre \$ 400 a \$ 1 000 y años más tarde Arias-Zapata (2019) documentó que 55 % de ellos estimaron perder cantidades por encima de los \$ 1 600; sin embargo, a pesar de las variaciones estacionales y los costos indirectos asociados con la depredación, las pérdidas estimadas parecen no alterar drásticamente la rentabilidad, comparadas con otros estudios en regiones como Cerdeña-Asinara

y Mallorca-Baleares (Lauriano *et al.*, 2004; Gazo *et al.*, 2008).

No obstante, la variabilidad de los daños económicos (significativamente mayores para el periodo 2019 con un aproximado de \$592.00 por lance), crea un panorama complicado para el pescador individual y una percepción de mayor competencia por la interacción con los tursiones (Snape *et al.*, 2018). Aunque este efecto también fue consistente durante la temporada de Lluvias (pérdida estimada de \$597.00 por lance), cuando se presenta la mayor abundancia de peces presas del tursión, coincidiendo con la temporada de reproducción de muchas especies de peces que habitan o migran hacia la zona de estudio (Morán-Silva *et al.*, 2005).

Consideraciones finales

Este estudio subraya la interconexión entre la actividad pesquera y la biodiversidad marina en la zona de Alvarado, Veracruz, evidenciando una compleja dinámica que afecta tanto a la economía local como a la conservación de las especies. Las variaciones en el rendimiento pesquero, reflejadas en los valores de CPUE analizados y las percepciones de pérdidas económicas entre los pescadores, destaca una preocupante tendencia hacia la sobreexplotación y su consecuente impacto socioeconómico. Aunado a esto, los estudios sobre la población de tursiones sugieren signos de posible deterioro ambiental que pueden trascender el ámbito económico, adentrándose en problemas de conservación marina. Por lo anterior, resulta indispensable continuar el monitoreo de las

tendencias sobre el sistema, y mejorar las estrategias de muestreo para comprender aún más las relaciones entre los diversos componentes.

La percepción de pérdidas económicas entre los pescadores puede estar sobreestimada y señala la urgencia de realizar análisis más precisos considerando los costos indirectos, como los daños a las redes y el esfuerzo adicional en mano de obra, que afectan la viabilidad a largo plazo de la pesca. Este estudio indica que, aunque la pérdida económica directa es menor a la percibida, los efectos acumulativos de estas pérdidas, los daños a equipos y las interacciones negativas con los tursiones inciden de manera considerable en la sostenibilidad de la actividad pesquera.

Es necesario enfocar los pasos posteriores hacia la identificación y aplicación de estrategias de manejo que puedan mitigar estos conflictos. Esto implica, no solo mejorar las técnicas pesqueras para reducir las interacciones perjudiciales con la fauna marina, sino también promover prácticas que aseguren la sostenibilidad de las poblaciones de peces. En este sentido, el uso de artes de pesca más selectivas y la implementación de un programa de compensación por daños ocasionados por depredadores (*e.g.* tursiones) con fondos públicos y/o privados, pueden favorecer el equilibrio entre los objetivos económicos y de conservación en este ecosistema marino.

Es crucial incrementar los esfuerzos en educación ambiental dirigidos a las comunidades pesqueras, fomentando una mayor conciencia sobre la importancia de preservar la biodiversidad marina y los beneficios a largo plazo de adoptar prácticas pesqueras responsables. En este aspecto, la colabora-

ción entre científicos, pescadores y autoridades es aún incipiente, pero puede facilitar la implementación de áreas de manejo pesquero y zonas de no captura que contribuyan a la recuperación de las poblaciones de peces y, por ende, a la estabilidad económica de las comunidades que dependen de esta actividad.

En conclusión, este estudio resalta la necesidad de adoptar un enfoque integrador que contemple tanto las dimensiones económicas como ecológicas en el manejo de los recursos de esta zona de estudio. Solo con el compromiso colectivo de la adopción de conductas y tecnologías pesqueras menos invasivas, el fomento de la autorregulación, y una sólida base de educación y cooperación entre todos los sectores involucrados, será posible asegurar el futuro tanto de la comunidad pesquera de Alvarado, Veracruz, como de las especies marinas que habitan sus aguas.

Literatura citada

- Aguilar-Chacón, A.P., 2015. Caracterización ecológica y variabilidad temporal de las agrupaciones de peces litorales del área costera adyacente de la plataforma continental, en la playa de las Barrancas, Alvarado, Veracruz. Tesis Maestría. Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana. Boca del Río, Ver. México. 76 pp.
- Aguirre-León, A., Pérez-Ponce, H. & Díaz-Ruiz, S., 2014. Heterogeneidad ambiental y su relación con la diversidad y abundancia de la comunidad de peces en un sistema costero del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 62:145-163.
- Arenas-García A., C. Delfín-Alfonso, A. González-Christen, E. Morteo, A. González-Zamora, 2022. Zonas prioritarias de conservación: Un enfoque biogeográfico de micromamíferos en Veracruz. Págs. 299-339 pp. In: Ramírez-Salazar M. & G. Silva-López (eds.). Geografía y Conservación: Conceptos e Investigaciones. Universidad Veracruzana.
- Arias-Zapata, A., 2019. Percepción de pescadores artesanales ante la interacción con delfines costeros (*Tursiops truncatus*). Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. 52 pp.
- Arriaga-Cabrera, L. Vázquez-Domínguez, E. González-Cano, J. Jiménez-Rosenberg, R.

- Muñoz-López, E. & V. Aguilar-Sierra, 1998. Regiones prioritarias marinas de México. CONABIO. Coyoacán. México, D.F. 198.
- Auriolles-Gamboa, D., 2003. Interaction between the California sea lion and the artisanal fishery in La Paz Bay, Gulf of California, Mexico. *Ciencias Marinas*, 29(3):357-370.
- Barros, N.B. & D.K. Odell, 1990. Food habits of bottlenose dolphins in the southeastern United States. pp 309-328. In: Leatherwood S. & R. Reeves (eds.). The bottlenose dolphin. San Diego, Academic Press. 653 pp.
- Bearzi, G., 2002. Interactions between cetaceans and fisheries in the Mediterranean Sea. pp. 78-97. In: Notarbartolo di Sciara, G. (ed.). Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: State of Knowledge and Conservation Strategies. ACCOBAMS Secretariat. Monaco.
- Bearzi, G., S. Agazzi, J. Gonzalvo, S. Bonizzoni, M. Costa, & A. Petroselli, 2010. Biomass removal by dolphins and fisheries in a Mediterranean Sea coastal area: Do dolphins have an ecological impact on fisheries?. *Aquatic Conservation: Marine & Freshwater Ecosystems*, 20(5):549-559.
- Bolaños-Jiménez, J., E. Morteo, C. Delfín-Alfonso, P. Fruet, E. Secchi, & J. Bello-Pineda, 2021. Population dynamics reveal a core community of the common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in open waters of the south-Western Gulf of Mexico. *Frontier of Marine Science*, 8:753484.
- Bowen, W.D. & D.B. Siniff, 1999. Distribution, population biology and feeding ecology of marine mammals. pp. 423-484. In: Reynolds, J. III, & S. Rommel (eds). Biology of Marine Mammals, Smithsonian Institution Press, Washington. 578 pp.
- Brottons J., A. Grau & L. Rendell, 2008. Estimating the impact of interactions between bottlenose dolphins and artisanal fisheries around the Balearic Islands. *Marine Mammal Science*. 24:112-127.
- Burke, E.K., 2004. The effect of acoustic deterrent devices on bottlenose dolphin depredation in the Spanish mackerel gillnet fishery. Master thesis. Duke University. 39 pp.
- Cerdán-Gómez, C., 2022. Predicción del tamaño poblacional de tursiones (*Tursiops truncatus*) en aguas costeras de Alvarado, Veracruz, México. Tesis Maestría. Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 93 pp.
- Chávez-Martínez, K., 2017. Interacción entre el tursión (*Tursiops truncatus*) y la pesca artesanal de Alvarado, Percepción de la interacción tursiones-pesca artesanal, en función de la captura, calidad nutricional y composición isotópica de la comunidad de peces. Tesis Maestría. Posgrado en Ecología Marina, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada, Baja California, México. 76 pp.
- Chávez-Martínez K., Morteo E., Hernández-Candelario I., Herzka S. & Delfín-Alfonso C., 2022. Opportunistic gillnet depredation by common bottlenose dolphins in the southwestern Gulf of Mexico: Testing the relationship with ecological, trophic, and nutritional characteristics of their prey. *Frontiers of Marine Science*, 9:870012.
- Cisneros-Mata, M., E. Ezcurra, M. Mizcurra & E. Velarde, 2004. Ecología de aves marinas, anomalías de El Niño y predicción de las pesquerías de sardina en el golfo de California. *Aplicaciones Ecológicas por la Sociedad Ecológica de América*, 14(2):607-615.
- Connor, R., M. Heithaus, & L. Barre, 2001. Complex social structure, alliance stability and mating access in a bottlenose dolphin 'super alliance'. *Proceeding Biological Science/The Royal Society*. 268:263-267.
- Cox, T.M., A. Read, D. Swanner, K. Urian & D. Waples, 2004. Behavioral responses of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, to gillnets and acoustic alarms. *Biological Conservation*, 115(2):203-212.

- Cruz-Escalona, V., 2005. Interdependencia ecológica entre la laguna de Alvarado, Veracruz y la plataforma continental adyacente. Tesis Doctorado. Instituto Politécnico Nacional. México. 136 pp.
- Del Castillo-Olvera, V., 2010. Biología poblacional del tursión (*Tursiops truncatus*), en la costa de Alvarado, Veracruz, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 82 pp.
- Díaz, M.L., 2009. Propuesta metodológica para valorar el impacto de las actividades económicas en áreas costeras. *Iberoamericana de Economía Ecológica*, 11:29-38.
- FAO, Food & Agriculture Organization, 2015. FAO Fisheries Glossary. The State of Food & Agriculture.
- Fertl, D. & S. Leatherwood, 1997. Cetacean Interactions with trawls: A preliminary review. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 22:219-248.
- García-Aguilar, P., 2020. Uso de hábitat del tursión (*Tursiops truncatus*) en las aguas costeras de Alvarado, Veracruz. Tesis Licenciatura. Facultad de Biología Xalapa, Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 36 pp.
- García-Hernández, E., 2022. Estimación de la riqueza y biomasa íctica consumida por tursiones (*Tursiops truncatus*) en las aguas costeras de Alvarado, Veracruz, México. Facultad de Biología Xalapa, Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 45 pp.
- García-Miranda, E., 1978. Apuntes de climatología. Larios e hijos impresores. 3ª ed.
- García-Vital, M., E. Morteo, I. Martínez-Serrano, A. Delgado-Estrella, & C. Bazúa-Durán, 2015. Interindividual association levels correlate to behavioral diversity in coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Southwestern Gulf of Mexico. *Therya*, 6(2):337-350.
- Gassman, J. & H. López-Rojas, 2015. Variación de la abundancia de los recursos pesqueros en el parque nacional Laguna de Tacarigua, Venezuela. *Acta Biológica de Venezuela*, 35:11-25.
- Gazo, M., J. Gonzalvo & A. Aguilar, 2008. Pingers as deterrents of bottlenose dolphins interacting with trammel nets. *Fisheries Research*, 92(1):70-75.
- Harwood, J., 1992. Assessing the competitive effects of marine mammal predation of commercial fisheries. *South African Journal of Marine Science*, 12:689-93.
- Hurtado-Mejorada, O., 2021. Actividad vocal y contexto conductual de tursiones que interactúan con la pesca artesanal en Alvarado, Veracruz, México. Tesis Maestría. Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 69 pp.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 1995. Estadísticas históricas de México Tomo I. México.
- Jackson J.B., M. Kirby, W. Berger, K. Bjorndal, L. Botsford, B. Bourque, R. Bradbury, R. Cooke, J. Erlandson & J. Estes, 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293:629-638.
- Jefferson T., B. Würsig & D. Fertl, 1992. Cetacean detection and responses to fishing gear. *Marine Mammal Sensory Systems*, New York.
- Jiménez-Badillo, L., J.M. Vargas-Hernández, J. Cortes-Salinas & P. Flores-Pineda, 2006. Catálogo de especies y artes de pesca artesanal del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Veracruzana. Primera edición. 189 pp.
- Jiménez-Badillo L. & L. Castro-Gaspar, 2007. Pesca artesanal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. 221-240 p. In: Granados, A., L. Abarca & J.M. Vargas-Hernández (eds.). La investigación científica en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. 304 pp.

- Kastelein, R., N. Vaughan, S. Walton & P. Wiepkema, 2002. Food intake and body measurements of Atlantic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in captivity. *Marine Environmental Research*, 53(2):199-218.
- La Fauci, D., 2017. Segregazione spaziale per classe d'età del delfino *Tursiops truncatus* Montagü, 1821 della costa centrale di Veracruz, Messico. Tesis Maestría. Dipartimento Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università Politecnica delle Marche. Ancona, Italia. 43 pp.
- Lauriano, G. & S. Di Muccio, 2002. Checklist of fish damage caught in bottom trammel nets in the Asinara Island National Park (northwestern Sardinia). *Biología Marina Mediterranea*, 9:679-82.
- Lauriano, G., C. Fortuna & G. Moltedo, 2004. Interactions between common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and the artisanal fishery in Asinara Island National Park (Sardinia): Assessment of catch damage and economic loss. *Journal of Cetaceans Research & Management*. 6(2):165-173.
- López, J., M. Martínez, P. Hespé, J. Hernández, M. Vásquez, L. Gómez, A. Méndez, O. Jiménez, & S. Gachuz, 2011. Atlas de las costas de Veracruz manglares y dunas. Instituto de Ecología, 249 pp.
- Mora-Manzano, M., 2018. Análisis de la riqueza y diversidad de la dieta del tursión, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), con base en literatura publicada. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 52 pp.
- Morales-Rincón, N., 2016. Comportamiento de tursiones (*Tursiops truncatus*) en la interacción con la pesca artesanal en la costa central de Veracruz, México. Tesis Maestría. Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 86 pp.
- Morales-Rincón N., E. Morteo & C. Delfín-Alfonso, 2019. Influence of artisanal fisheries on the behaviour and social structure of *Tursiops truncatus* in the Southwestern Gulf of Mexico. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1-9.
- Morán-Silva, A., L. Martínez-Franco, R. Chávez-López, J. Franco-López, C. Bedia-Sánchez, F. Espinosa, F. Mendieta, N. Brown-Peterson & M. Peterson, 2005. Seasonal and spatial patterns in salinity, nutrients, and chlorophyll α in the Alvarado Lagoonal System, Veracruz, Mexico. *Gulf & Caribbean Research*, 17.
- Morantes-Castellanos, A., 2022. Densidad poblacional del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* en la costa de Alvarado, Veracruz, México. Tesis Licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia. 55 pp
- Morteo, E., 2011. Social ecology of dolphins (*Tursiops truncatus*) in the coastal waters of Alvarado, Veracruz, México. Tesis Doctorado. Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías. Universidad Veracruzana, Boca del Río, Veracruz, Mexico. 129 pp.
- Morteo, E., A. Rocha-Olivares, P. Arceo-Briseño & L. Abarca-Arenas, 2012. Spatial analyses of bottlenose dolphin-fisheries interactions reveal human avoidance off a productive lagoon in the western Gulf of Mexico. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92, 1893-1900.
- Morteo, E., A. Rocha-Olivares & L. Abarca-Arenas, 2014. Sexual segregation in coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the southwestern Gulf of Mexico. *Aquatic Mammals*, 40:375-385.
- Morteo, E., A. Rocha-Olivares & L. Abarca-Arenas, 2017. Abundance, residency, and potential hazards for coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) off a productive lagoon in the Gulf of Mexico. *Aquatic Mammals*, 43(3):308-319.
- Morteo, E., A. Arias-Zapata, B. Cortina-Julio, C. Delfín-Alfonso, A. Rugeles-Estupiñán & N. Narchi, 2023. Evaluación de la percepción de los pescadores artesanales ante la interacción con delfines costeros en el Suroeste del Golfo de México. pp. 213-224. In: Narchi N. & C.M. Beitel (eds.). América Pro-

- funda: Visiones y convergencias en la oceanografía social del continente. El Colegio de Michoacán.
- NOAA, National Oceanic & Atmospheric Administration, 2024. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/wherewater.html> Accessed 01/18/24.
- NRC, National Research Council, 1995. Understanding marine biodiversity. A research agenda for the nation. National Academy of Sciences. National Academy Press, Nueva York.
- Ortiz-Lozano, L., P. Arceo-Briseño, A. Granados-Barba, D. Salas-Monreal & L. Jiménez-Badillo, 2010. Zona costera. In: Florescano E. & J. Ortiz-Escamilla (Coords). Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz, Tomo I Patrimonio Natural. Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana.
- Párraga, D., L. Cubillos & M. Correa-Ramírez, 2010. Variaciones espacio-temporales de la captura por unidad de esfuerzo en la pesquería artesanal costera del pargo rayado *Lutjanus synagris*, en el Caribe colombiano y su relación con variables ambientales. *Revista de Biología Marina & Oceanografía*, 45(1):77-88.
- Pennino, M., A. Rotta, G. Pierce & J. Bedillo, 2014. Interaction between bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*) and trammel nets in the Archipelago de la Maddalena, Italy. *Hidrobiología*. 747.
- Pérez-Hernández M. & R. Torres Orozco, 2000. Evaluación de la riqueza de especies de peces en las lagunas costeras mexicanas: Estudio de un caso en el Golfo de México. *Hidrobiológica*, 10(2):74-83.
- Pianka, E.R., 1973. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology & Systematics*, 4:53-74.
- Playángi, É. & D. Butterworth, 2009. Competition with fisheries. Second Edition. California (Ca): Encyclopedia of Marine Mammals.
- Portilla-Ochoa, E., 2003. Establecimiento de Unidades de Gestión Ambiental en el humedal de Alvarado, Veracruz, México: Base para su ordenamiento ecológico y social. Reporte académico semestral North American Wetlands Conservation Council (NAWCC). Área Biología de la Conservación. Instituto de Investigaciones Biológicas. Universidad Veracruzana.
- Potter I., D. Bird, P. Claridge, K. Clarke, G. Hyndes & L. Newton, 2001. Fish fauna of the Severn estuary. Are there long-term changes in abundance and species composition and are the recruitment patterns of the main marine species correlated?. *Journal of Experimental Marine Biology & Ecology*, (258):15-37.
- Read, A., 2008. The looming crisis: Interactions between marine mammals and fisheries. *Journal of Mammalogy*, 89(3):541-548.
- Rechimont, M., 2015. Evaluación de la depredación del delfín costero (*Tursiops truncatus*) sobre la pesquería artesanal en la costa central de Veracruz. Tesis Maestría. Instituto de Ecología, 59 pp.
- Rechimont, M., A. Lara-Domínguez, E. Morteo, I. Martínez-Serrano & M. Equihua, 2018. Depredation by coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Southwestern Gulf of Mexico in relation to fishing techniques. *Aquatic Mammals*, 366-378.
- Ricci, P., M., Ingrosso, R., Carlucci, C., Fanizza, R., Maglietta, F. C., Santacesaria, A. Tursi & G. Cipriano, 2020. Quantifying the dolphins-fishery competition in the Gulf of Taranto (Northern Ionian Sea, Central Mediterranean Sea). MetroSea 202-TC19 International Workshop on Metrology for the Sea (Naples, Italy). 94-99 pp.
- Rocklin, D., M. Santoni, J. Culioli, J. Tomasini, D. Pelletier & D. Mouillot, 2009. Changes in the catch composition of artisanal fisheries attributable to dolphin depredation in a Mediterranean marine reserve. *ICES Journal of Marine Science*, 66(4):699-707.

- Ronzón-Contreras, F., 2018. Variación temporal en la condición corporal del tursión (*Tursiops truncatus*) de las aguas costeras de Alvarado, Veracruz. Tesis Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.
- Rossman, S., E. Berens McCabe, N. Barros, H. Gandhi, P. Ostrom, C. Stricker & R. Wells, 2015. Foraging habits in a generalist predator: Sex and age influence habitat selection and resource use among bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Marine Mammal Science*, 31(1):155-168.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2015. Informe de actividades 2015.
- Silva, M., R. Feio, R. Prieto, J. Gonçalves & R. Santos, 2002. Interactions between cetaceans and tuna fisheries in the Azores. *Marine Mammal Science*, 18:893-901.
- Similä, T. & F. Ugarte, 1993. Surface and underwater observations of cooperatively feeding killer whales in northern Norway. *Canadian Journal of Zoology*, 71(8):1494-1499.
- Snape, R., A. Broderick & B. Çiçek, 2018. Conflict between dolphins and a data-scarce fishery of the European Union. *Human Ecology*, 46:423-433.
- Torres, L., 2007. Top predator distribution and foraging ecology in Florida Bay. PhD thesis. Duke University, Durham NC.
- Wells, R. & Scott, M., 2002. Bottlenose dolphins. *Tursiops truncatus* and *T. aduncus*. Pp. 122-128. In: Perrin, W., B. Würsig & J. Thewissen (eds.). Encyclopedia of marine mammals. Academic Press. San Diego, CA.
- Whitehead, H., L. Rendell, R. Osborne & B. Würsig, 2004. Culture and conservation of non-humans with reference to whales and dolphins: Review and new directions. *Biological Conservation*, 120:427-437.
- Worm B., E. Barbier, N. Beaumont, J. Duffy, C. Folke, B. Halpern, J. Jackson, H. Lotze, F. Micheli & S. Palumbi, 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314:787-790.

Nuevo Conocimiento sobre el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México:
integrando los ambientes costeros