

TESIS DEFENDIDA POR
Isabel del Carmen Hernández Candelario
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ

Dra. Gisela Heckel Dziendzielewski
Codirectora del Comité

M. en C. Eduardo Morteo Ortiz
Codirector del Comité

Dr. Oscar Sosa Nishizaki
Miembro del Comité

Dr. Luis Gustavo Álvarez Sánchez
Miembro del Comité

Dr. Axayácatl Rocha Olivares
*Coordinador del programa de
posgrado en Ecología Marina*

Dr. David Hilario Covarrubias Rosales
Director de Estudios de Posgrado

30 de noviembre de 2009

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DE ENSENADA**



**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS
EN ECOLOGÍA MARINA**

**INTERACCIÓN DEL DELFÍN COSTERO *Tursiops truncatus* CON
EMBARCACIONES Y ARTES DE PESCA EN EL SISTEMA ARRECIFAL
VERACRUZANO**

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta:

ISABEL DEL CARMEN HERNÁNDEZ CANDELARIO

Ensenada, Baja California, México, Noviembre del 2009.

RESUMEN de la tesis de **ISABEL DEL CARMEN HERNÁNDEZ CANDELARIO**, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en ECOLOGÍA MARINA. Ensenada, Baja California, México. Noviembre 2009.

INTERACCIÓN DEL DELFÍN COSTERO *Tursiops truncatus* CON EMBARCACIONES Y ARTES DE PESCA EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO

Resumen aprobado por:

Dra. Gisela Heckel Dziendzielewski

Codirectora de Tesis

M. en C. Eduardo Morteo Ortiz

Codirector de Tesis

La abundancia y distribución de los cetáceos se ha estudiado con relación a las condiciones ambientales, y rara vez se han incluido las actividades humanas, las cuales pueden tener efectos negativos en los organismos. El objetivo principal de este trabajo fue caracterizar las actividades humanas en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), y evaluar si existe una relación de las embarcaciones y operaciones pesqueras con la distribución y abundancia de tursiones (*Tursiops truncatus*). Para ello, se realizaron 34 navegaciones entre julio 2006 y junio 2008, en donde se registraron las actividades humanas y los tursiones. Se construyó un sistema de información geográfica (SIG) con la densidad de tursiones, embarcaciones y operaciones pesqueras (números de objetos·km⁻²). Se calculó el índice de abundancia relativa diario (IAR), el cual fue comparado entre temporadas (lluvias, nortes, secas). Se analizó la correlación simple entre cada uno de los objetos de estudio. Se navegaron 224 h y se observaron un total de 304 tursiones (IAR= 1.48·h⁻¹), 1937 embarcaciones (IAR= 9.45) y 278 operaciones pesqueras (IAR= 1.36). El SIG mostró que los tursiones se concentran cerca de la desembocadura del río Jamapa (Índice de Moran: 2006-7= 0.7, p= 0.03; 2007-8= 0.99, p= 0.02), al igual que las embarcaciones y las operaciones pesqueras (p<0.05). No se encontraron diferencias significativas en el IAR de tursiones entre temporadas durante ambos años (Kruskal-Wallis, p>0.05). Las embarcaciones mostraron variación temporal significativa (Kruskal Wallis: H= 6.45, p= 0.03). Las redes agalleras tuvieron diferencias significativas durante la temporada de lluvias, donde el IAR fue menor (p= 0.03). Las redes camaroneras fueron más abundantes en la zona costera, principalmente en lluvias (p= 0.007). No se encontró una correlación entre los tursiones y las embarcaciones, con excepción de las mayores (Spearman: R= 0.56, p= 0.003), así como entre tursiones y operaciones pesqueras (p>0.05). Esto puede deberse a que las actividades humanas son muy diversas y se localizan en diferentes áreas, por lo que no coincidieron en el corto plazo y en la amplia área estudiada con la presencia de delfines.

Palabras Clave: *Tursiops truncatus*, embarcaciones, operaciones pesqueras, abundancia y distribución.

ABSTRACT of the thesis presented by **ISABEL DEL CARMEN HERNÁNDEZ CANDELARIO** as a partial requirement to obtain the MASTER OF SCIENCE degree in Marine Ecology. Ensenada, Baja California, México. November 2009.

INTERACTIONS OF COASTAL BOTTLENOSE DOLPHINS *Tursiops truncatus* WITH VESSELS AND FISHING GEAR IN THE VERACRUZ REEF SYSTEM

The abundance and distribution of cetaceans has been studied in relation to environmental features, and human activities have rarely been included. The latter may cause negative effects on the animals. The main goal of this work was to describe human activities in the Veracruz Reef System National Park (PNSAV for its Spanish acronym), and to assess if there is a relationship between vessels, fishing operations, and bottlenose dolphin abundance and distribution. Therefore, 34 surveys were conducted between July 2006 and June 2008 to record observations on human activities and dolphins. A geographic information system (GIS) was designed to measure the density of dolphins, vessels, and fishing operations (number of objects·km⁻²). A daily relative abundance index (RAI) was calculated and compared among seasons (rainy, northern winds, dry). The simple correlation among all objects was analyzed. Two-hundred and twenty-four hours were surveyed and 304 dolphins (RAI= 1.48·h⁻¹), 1937 vessels (RAI= 9.45), and 278 (RAI= 1.36) fishing operations were observed. GIS showed that dolphins concentrate around the Jamapa river mouth (Moran Index: 2006-7= 0.7, p= 0.03; 2007-8= 0.99, p= 0.02), and the same occurs with vessels and fishing operations (p<0.05). There were no significant differences in the dolphin's RAI among seasons (Kruskal Wallis, p>0.05). Vessels showed a significant seasonal variation (Kruskal-Wallis: H= 6.45, p=0.03). Gillnets showed significant differences between seasons, and the rainy season had the lowest RAI (p= 0.03). Shrimp nets were more abundant along the coast, mainly during the rainy season (p= 0.007). There was no correlation between dolphins and vessels, except large boats (Spearman correlation: R= 0.56, p= 0.003). There was no correlation between dolphins and fishing operations (p>0.05). The reason for this may be that human activities are very diverse and occur in different zones, so they did not occur with dolphins in the short term and in the wide study area.

Keywords: *Tursiops truncatus*, vessels, fishing operations, abundance and distribution.

Dedicatorias

Dedico este trabajo especialmente a mis padres Juan José y María Isabel, a mis hermanos Juanjo y Josh y a las nuevas integrantes de la familia, que en la distancia están siempre conmigo, por orientarme y alentarme a seguir adelante y por ser la fuerza que me mueve.

A mis abuelitos y tíos que desde hace mucho me hicieron saber que están y estarán orgullosos de mí, gracias por hacernos tan feliz.

A cada uno de los angelitos que han estado a mi lado (nena, darkie, bobby, blanquita, los nenos, tor y tuga, entre otros).

A toda mi familia por no dejar de orar cada día.

A Ray C. por ser parte de mí y acompañarme en este camino.

A Dios por cada minuto que me ha brindado.



*"Estar preparado es importante, saber esperar lo es aún más,
pero aprovechar el momento adecuado
es la clave de la vida".*

Arthur Schnitzler

Agradecimientos.

Quiero agradecer al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, por el cual fueron otorgadas las facilidades y la educación durante estos dos años que lleva cubrir este nivel profesional. Recibí becas tanto del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) durante los dos años de la maestría, así como del Departamento de Biología de la Conservación por dos meses más para poder terminar la tesis.

Gracias al apoyo financiero otorgado al M. en C. Eduardo Morteo por PROMEP, el CAMyCRA, así como la colaboración de la Dra. Enriqueta Velarde a través del proyecto CONACyT No. 45468, con el cual se realizó el trabajo de campo en el año 2006-7. El Acuario de Veracruz A. C., financió el segundo año de muestreos (2007-8).

A la Dra. Gisela Heckel que me aceptó como alumna y que me brindó las facilidades durante mi estancia en la maestría, por sus consejos y comentarios relevantes como aporte para la realización del escrito de la tesis. Al M. en C. Eduardo Morteo, por apoyarme en los análisis, por los consejos brindados, además de la enseñanza en cada muestreo. A los Dres. Oscar Sosa y Luis Gustavo Álvarez, por los comentarios, material de apoyo, y por aceptar ser parte del comité de esta tesis.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) otorgó los permisos SGPA/DGVS/00351/06, SGPA/DGVS/00870/07 y SGPA/DGVS/1344/08 para la observación de tursiones. Agradezco a la Dra. Carmen Bazúa por su colaboración mediante el proyecto Fondo Mixto CONACyT-Edo. Campeche (CAMP-2003-C01-9102).

Quisiera agradecer de manera especial a LABMMAR y a Don Cipriano (nuestro conductor designado en la CEPIA) quienes me apoyaron en las salidas de campo y trabajaron arduamente durante cada navegación y captura de datos.

Al Dr. Antonio Trujillo (UABC), al Dr. Hugo Hidalgo (Depto. Ciencias de la Computación, CICESE) y a Olga Flores (Depto. de Ecología, CICESE) por el apoyo y aporte en los análisis estadísticos, contemplados en este trabajo. A la M. en C. María Esther Jiménez por su asesoría en sistemas de información geográfica y el intenso trabajo con los análisis espaciales.

A mis colegas y amigos de CICESE, con los que pasé momentos gratos durante ésta estancia.

Finalmente mil gracias a mis Padres, por apoyarme en todo momento, por sus consejos, porque siempre estuvieron conmigo, al igual que mis hermanos, por estar pendientes de cada paso y por las valiosas aportaciones bibliográficas. A Raymundo C. por brindarme los programas informáticos que se utilizaron en los análisis de esta tesis, por el apoyo incondicional, sus valiosas aportaciones y por estar allí conmigo cuando más lo necesitaba.

CONTENIDO

Dedicatorias	iii
Agradecimientos.....	iv
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	x
Introducción	1
I.1. Introducción	1
I.2. Antecedentes	4
I.2.1. Características de la especie <i>Tursiops truncatus</i>	4
I.2.2. Estudios relacionados.....	7
I.3. Hipótesis.....	10
I.4. Objetivos.....	10
I.4a. Objetivo general	10
I.4b. Objetivos particulares.....	10
Método	11
II.1. Área de estudio	11
II.1a. Clima	13
II.1b. Características oceanográficas.....	14
II.1c. Actividades antropogénicas en el PNSAV.....	15
II. 2. Trabajo de campo	17
II. 3. Análisis de datos	20
II. 3a. Esfuerzo de muestreo	20
II. 3b. Distribución Espacial.....	20
II. 3c. Distribución temporal.....	22
Resultados.....	24
III. 1. Esfuerzo de campo	24
III. 2. Distribución Espacial.....	26
III. 2a. Distribución espacial de <i>Tursiops truncatus</i>	26
III. 2b. Distribución espacial de las embarcaciones	29
III. 2c. Distribución espacial de las artes de pesca	32
III. 3. Distribución Temporal.....	35
III.3a. Tursiones	36
III.3b. Embarcaciones	42
III.3c. Artes de pesca	50

CONTENIDO (continuación)

III. 4. Correlación entre tursiones, embarcaciones y artes de pesca en 2006-7	57
III. 5. Correlación entre tursiones, embarcaciones y artes de pesca para 2007-8.....	63
Discusión	67
IV. 1. Esfuerzo de campo y abundancia relativa	67
IV. 2. Distribución Espacial	70
IV.2a. Tursiones.....	70
IV.2b. Embarcaciones.....	72
IV.2c. Artes de pesca.....	74
IV. 3. Distribución Temporal.....	75
IV.3a. Tursiones.....	75
IV.3b. Embarcaciones.....	78
IV.3c. Artes de pesca.....	79
IV.4. Correlación entre tursiones, embarcaciones y artes de pesca	81
Conclusiones.....	89
Recomendaciones	91
Literatura citada	92
Apéndice	104
VII.1a. Formato de navegación (LABMMAR 003).	104
VII.1b. Formato avistamiento (LABMMAR 004).	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplar del delfín nariz de botella, tonina o tursión, <i>Tursiops truncatus</i> (Montagu 1821)	5
Figura 2. Distribución de <i>Tursiops truncatus</i>	6
Figura 3. Polígono del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.	12
Figura 4. Media mensual de la vertical de temperatura y salinidad de la zona Tamaulipas-Veracruz	15
Figura 5. Trayectorias de las navegaciones (a lo largo de la costa y sobre la plataforma) en el área de estudio, el PNSAV	17
Figura 6. Distribución de la densidad del tursión en los recorridos de 2006-7.....	27
Figura 7. Distribución de la densidad del tursión en los recorridos de 2007-8.....	28
Figura 8. Distribución de la densidad de embarcaciones en los recorridos de 2006-7.	30
Figura 9. Distribución de la densidad de embarcaciones en los recorridos de 2007-8.	31
Figura 10. Distribución de la densidad de las artes de pesca en los recorridos 2006-7.	33
Figura 11. Distribución de la densidad de las artes de pesca en los recorridos 2007-8.	34
Figura 12. Proporción de grupos de edad del total de tursiones observados en el PNSAV durante el año 2006-7.	36
Figura 13. Índice de abundancia relativa de adultos, jóvenes y crías de tursiones, por temporada, para el recorrido de plataforma 2006-7.....	37
Figura 14. Índice de abundancia relativa de adultos, jóvenes y crías de tursiones, por temporada, para el recorrido costero 2006-7.....	38
Figura 15. Proporción de grupos de edad del total de tursiones observados en el PNSAV durante el año 2007-8.	39
Figura 16. Índice de abundancia relativa de adultos, jóvenes, crías y neonatos de tursiones, durante la temporada de lluvias, para el recorrido plataforma 2007-8.	40
Figura 17. Índice de abundancia relativa de adultos, jóvenes y crías de tursiones, por temporada, para el recorrido tipo costa 2007-8.	41

LISTA DE FIGURAS (continuación)

Figura 18. Proporción de los tipos de embarcaciones registradas en el PNSAV durante el 2006-7.	42
Figura 19. Índice de abundancia relativa por tipo de embarcación, por temporada, para el recorrido plataforma 2006-7	43
Figura 20. Índice de abundancia relativa por tipo de embarcación, por temporada, para el recorrido costero 2006-7.	45
Figura 21. Proporción de los tipos de embarcaciones registradas en el PNSAV durante el 2007-8.	46
Figura 22. Índice de abundancia relativa por tipo de embarcación, por temporada, para el recorrido plataforma 2007-8	47
Figura 23. Índice de abundancia relativa por tipo de embarcación, por temporada, para el recorrido costero 2007-8.	48
Figura 24. Proporción de los tipos de artes de pesca en operación registradas en el PNSAV durante el 2006-7.....	50
Figura 25. Índice de abundancia relativa por tipo de arte de pesca por temporada, para el recorrido tipo plataforma 2006-7.	51
Figura 26. Índice de abundancia relativa para cada tipo de arte de pesca por temporada, para el recorrido tipo costa 2006-7.....	52
Figura 27. Proporción de los tipos de artes de pesca en operación registradas en el PNSAV durante el 2007-8.....	53
Figura 28. Índice de abundancia relativa para cada tipo de arte de pesca por temporada, para el recorrido tipo plataforma 2007-8	54
Figura 29. Índice de abundancia relativa para cada tipo de arte de pesca por temporada, para el recorrido tipo costa 2007-8.....	55
Figura 30. Número de tursiones por avistamiento y embarcaciones mayores durante el muestreo del año 2006-7.....	87
Figura 31. Número de tursiones por avistamiento y redes agalleras durante el muestreo del año 2006-7.....	88

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Esfuerzo efectivo de muestreo y total de objetos observados en el Sistema Arrecifal Veracruzano durante los dos años de muestreo.	24
Tabla II. Esfuerzo realizado durante los dos años de navegaciones (2006-7 y 2007-8), ordenado por temporadas (Lluvias, Nortes, Secas)	25
Tabla III. Conteo de objetos de en el SAV, por año de muestreo (2006-7 y 2007-8).	25
Tabla IV. Índice de abundancia relativa promedio durante los dos años de navegaciones (2006-7, 2007-8) agrupados por temporada.	35
Tabla V. Comparación de la abundancia relativa de tursiones en el recorrido de plataforma para 2006-7	37
Tabla VI. Comparación de la abundancia relativa de tursiones en el recorrido de costa para 2006-7	38
Tabla VII. Comparación de la abundancia relativa de tursiones en el recorrido de costa para el 2007-8.....	41
Tabla VIII. Comparación de la abundancia relativa por tipo de embarcación en la zona de plataforma para 2006-7	44
Tabla IX. Comparación de la abundancia relativa por tipo de embarcación en la zona costera para 2006-7	45
Tabla X. Comparación de la abundancia relativa por tipo de embarcación en la zona de plataforma para el 2007-8.....	47
Tabla XI. Comparación de la abundancia relativa por tipo de embarcación en la zona costera durante 2007-8	49
Tabla XII. Comparación de la abundancia relativa por tipo de arte de pesca en la zona de plataforma para el 2006-7	51
Tabla XIII. Comparación de la abundancia relativa por tipo de arte de pesca en la zona costera durante 2006-7	53
Tabla XIV. Prueba de significancia (K-W) para la abundancia relativa por tipo de arte de pesca en la zona de plataforma durante 2007-8	54
Tabla XV. Comparación de la abundancia relativa por tipo de arte de pesca en la zona de costa durante 2007-8	56

LISTA DE TABLAS (continuación)

Tabla XVI. Correlación estadística entre la abundancia relativa de los tipos de embarcaciones y grupos de edad del tursión en la zona de plataforma durante el año 2006-7.....	57
Tabla XVII. Correlación estadística entre la abundancia relativa del tipo de arte de pesca y grupos de edad del tursión en la zona de plataforma durante el año 2006-7.	58
Tabla XVIII. Correlación estadística entre la abundancia relativa de los tipos de embarcaciones y artes de pesca en la zona de plataforma durante el año 2006-7	59
Tabla XIX. Correlación estadística entre la abundancia relativa del tipo de embarcación y grupos de edad del tursión en la zona de costa durante el año 2006-7.....	60
Tabla XX. Correlación estadística entre la abundancia relativa del tipo de arte de pesca y grupos de edad del tursión en la zona de costa durante el año 2006-7.....	61
Tabla XXI. Correlación estadística entre la abundancia relativa de los tipos de embarcaciones y artes de pesca en la zona de costa durante el año 2006-7	62
Tabla XXII. Correlación estadística entre la abundancia relativa del tipo de embarcación y grupos de edad del tursión en la zona de plataforma durante el año 2007-8	63
Tabla XXIII. Correlación estadística entre la abundancia relativa del tipo de arte de pesca y grupos de edad del tursión en la zona de plataforma durante el año 2007-8	64
Tabla XXIV. Correlación estadística entre la abundancia relativa de los tipos de embarcaciones y artes de pesca en la zona de plataforma durante el año 2007-8	64
Tabla XXV. Correlación estadística entre la abundancia relativa del tipo de embarcación y grupos de edad del tursión en la zona de costa durante el año 2007-8.....	65
Tabla XXVI. Correlación entre la abundancia relativa del tipo de arte de pesca y grupos de edad del tursión en la zona de costa durante el año 2007-8.	65
Tabla XXVII. Correlación estadística entre la abundancia relativa de los tipos de embarcaciones y artes de pesca en la zona de costa durante el año 2007-8	66

Introducción

I.1. Introducción

La abundancia y distribución de *T. truncatus* suelen asociarse de manera indirecta con cambios de temperatura superficial y productividad, lo cual involucra la distribución de sus presas. Aunque esta especie puede desplazarse grandes distancias, sus movimientos suelen asociarse a sitios específicos. Es decir, a sistemas costeros relativamente pequeños, los cuales presentan las condiciones óptimas de profundidad, tipo de sustrato y productividad biológica, para llevar a cabo diferentes actividades, tales como alimentación, crianza, socialización y descanso (Kelly, 1983; Cockcroft *et al.*, 1990; Hansen y Defran, 1990; Quinn y Brodeur, 1991; Defran y Weller, 1999; Cañadas *et al.*, 2002; Vázquez-Castán *et al.*, 2007).

Los tursiones, como todos los odontocetos, utilizan la ecolocación para comunicarse, reconocerse individualmente, ubicar a sus presas, orientarse y percibir su entorno (Gannon *et al.*, 2005). Los tursiones son capaces de generar ondas acústicas que viajan por el agua y se reflejan en los objetos, estas ondas regresan al tursión, el cual las capta a través del sentido del oído. Estos sonidos tienen un rango de frecuencia de 1 a 150 KHz (Greco y Gini, 2006). Por lo tanto debido a que los tursiones dependen de la acústica para desarrollar actividades importantes, cuando hay un incremento de vibraciones en el agua ocasionadas

por actividades humanas, hay mayor ruido en el océano el cual puede interferir con el sistema de ecolocación de los tursiones (Buckstaff, 2004; Lusseau, 2004; Bejder *et al.*, 2006a). Tanto la distribución como el comportamiento del tursión son notablemente influenciados por actividades antropogénicas, tales como la pesca, el tráfico general de embarcaciones, perforaciones para extracción de petróleo y exploraciones científicas mediante sonares (Morgan y Patton, 1990; Zavala-González *et al.*, 1994; Barco *et al.*, 1999; Lusseau, 2006).

Además de poder ubicar a sus presas con ondas acústicas los tursiones también pueden obtener alimento a través de los descartes de las embarcaciones pesqueras (Lusseau, 2004; Bearzi *et al.*, 2009; Simões-Lopes, 1991 en; Peterson *et al.*, 2008). Esta interacción incluye: seguir a las embarcaciones, alimentarse del descarte de peces no comerciales y participar directamente en la pesca. Una de las consecuencias más importantes de esta actividad es la alteración de la mortalidad de mamíferos marinos debido al enmallamiento en las artes de pesca utilizadas. También suelen matarlos para ser utilizados como carnada para tiburones (Zavala-González *et al.*, 1994; Reeves *et al.*, 2001). Estas interacciones pueden aumentar la tasa de mortalidad de la población y disminuir la abundancia; incluso puede cambiar su distribución ya que los delfines tienden a evadir los sitios con mayor tráfico pesquero (Noke y Odell, 2002; Lusseau y Higham, 2004; Morteo *et al.*, 2004). Por otro lado, el aumento en la extracción de recursos pesqueros puede llegar a disminuir la cantidad de alimento disponible para los tursiones en áreas potenciales para el desarrollo de sus actividades alimentarias (Simões-Lopes *et al.*, 1998; Bearzi, 2002; Bearzi y Fortuna, 2006; Peterson *et al.*, 2008; Bearzi *et al.*, 2009).

En las pesquerías se utilizan diversos tipos de artes de pesca enfocadas en la obtención de especies específicas; sin embargo algunas de ellas no son selectivas y pueden ser una amenaza para muchas otras especies, incluyendo los mamíferos marinos y tortugas, cuando se capturan estas especies a las que no

está destinada la pesquería se le denomina captura incidental. Aún cuando este problema está en aumento, hay pocas estimaciones del efecto que causan las operaciones pesqueras, ya que pocas pesquerías reportan la captura incidental de mamíferos marinos (Bearzi y Fortuna, 2006; Guzón-Zatarain, 2006; Read *et al.*, 2006).

El objetivo principal de este estudio es caracterizar las actividades humanas y el tránsito de embarcaciones en el Sistema Arrecifal Veracruzano y evaluar si existe alguna relación con la distribución y abundancia de *Tursiops truncatus*.

I.2. Antecedentes

I.2.1. Características de la especie *Tursiops truncatus*

El delfín nariz de botella, tursión o tonina (*Tursiops truncatus*) fue descrito por Montagu en 1821. De acuerdo a su taxonomía pertenece al orden Cetacea, suborden Odontoceti, familia Delphinidae, género *Tursiops* y especie *Tursiops truncatus*. Se han caracterizado de esta especie dos ecotipos (costero y oceánico), los cuales presentan variaciones tanto morfológicas como ecológicas (Harzen, 1998; Wells y Scott, 2002; Segura *et al.*, 2006; Vázquez-Castán *et al.*, 2007). A diferencia de otros delfines, *T. truncatus* tiene cuerpo y cabeza ancha, el rostro corto, aletas pectorales largas y la aleta dorsal mediana, delgada y falcada (Figura 1). En ambos ecotipos, los machos tienden a tener el cuerpo ligeramente más grande y más ancho que las hembras. El ciclo reproductivo del tursión es el más conocido comparando con otros cetáceos, en el cual la gestación dura aproximadamente un año. Aunque en algunos sitios se han observado épocas de reproducción marcada, por lo general en zonas tropicales y templadas, las crías pueden nacer en cualquier época del año. Al nacer los neonatos miden entre 80 y 140 cm y pesan 14-20 kg, y llegan a medir en su estado adulto entre 1.8 y 3.8 m, con un peso entre 200 y 650 kg. El patrón de coloración tiene tonos de gris (oscuro en la parte dorsal y más claro hacia el vientre), comúnmente se encuentra cubierto de cicatrices que suelen ser marcas de dientes de otros delfines, probablemente por los encuentros agresivos en la competencia por acceso a las hembras. Las aletas son generalmente de tonalidad oscura o gris medio (Reeves *et al.*, 2002; Wells y Scott, 2002).

Al ser animales altamente sociales, las actividades de esta especie generalmente se llevan a cabo en grupos, éstas varían de acuerdo con el tipo de hábitat, la distribución de los recursos y las estrategias para maximizar la

obtención de éstos, lo que hace posible que se encuentren variaciones en el tamaño, coloración y características craneales (Morteo *et al.*, 2004); también puede haber individuos solitarios que han desarrollado cierta afinidad por navegantes, buzos y bañistas más allá de parecer “amigables” también pueden actuar agresivamente hacia otros cetáceos (Reeves *et al.*, 2002).



Figura 1. Ejemplar del delfín nariz de botella, tonina o tursión, *Tursiops truncatus* (Montagu 1821) Foto: Hernández-Candelario.

Es una especie cosmopolita ya que se distribuye en todos los océanos, desde la zona costera (distancias menores de 1 km de la costa y con profundidad menor a 25 m) hasta la zona oceánica y desde aguas tropicales, subtropicales hasta templadas (Figura 2). Es posiblemente el cetáceo más adaptable, ya que puede habitar en bahías, estuarios y desembocaduras de ríos (Reeves *et al.*, 2002; Wells y Scott, 2002).

Durante los últimos 20 años las poblaciones costeras del tursi3n (*T. truncatus*) han sido estudiadas ampliamente; sin embargo a3n se desconocen muchas de estas poblaciones. El estado actual del tursi3n se encuentra dentro de la categor3a de “menor preocupaci3n” en la Lista Roja de la Uni3n Internacional para la Conservaci3n de la Naturaleza (IUCN, 2009). En M3xico es una especie protegida por la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002).

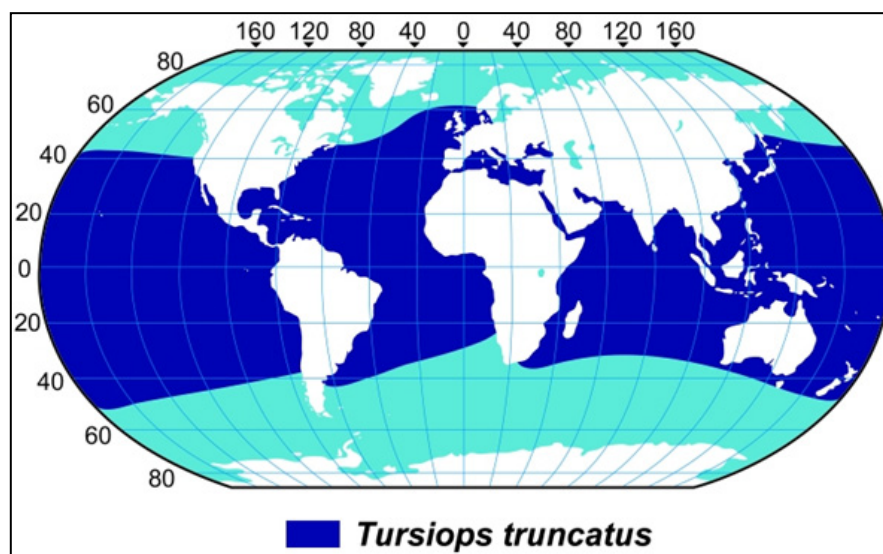


Figura 2. Distribuci3n de *Tursiops truncatus* (modificado de ACS, 2009).

Debido a su posici3n en la cadena tr3fica como un depredador tope (Caldwell y Caldwell, 1972; Leatherwood *et al.*, 1978; Carwardine, 1995; Wells y Scott., 1999), el estudio de esta especie puede reflejar el estado de los eslabones inferiores; esto implica que la especie puede funcionar como un indicador indirecto de la productividad de su ecosistema (Kelly, 1983). La dieta del tursi3n es muy variada, y depende de la abundancia, disponibilidad y la distribuci3n de sus presas. En la actualidad, la presencia del tursi3n tambi3n es de relevancia econ3mica para las agencias tur3sticas o ecotur3sticas, as3 como para acuarios y delfinarios.

I.2.2. Estudios relacionados

A nivel mundial los estudios actuales sobre tursiones se enfocan principalmente en poblaciones silvestres, de las cuáles se han caracterizado su distribución, abundancia, patrones de movimientos y migraciones, hábitos alimentarios, ciclos de buceo, genética, composición de grupo y otros aspectos sociales (Leatherwood *et al.*, 1978; Barco *et al.*, 1999; Defran y Weller, 1999; Weir y Stockin, 2001; Teixeira-Moreno, 2005; Segura *et al.*, 2006).

También se han hecho estudios sobre los efectos que producen las actividades humanas sobre los tursiones, en donde se ha demostrado que su distribución, abundancia y comportamiento (principalmente descanso y alimentación) son los más afectados. El estudio realizado por Baker *et al.* (1988), mostró que en el Sureste de Alaska los mamíferos marinos son capaces de cambiar el uso de hábitat para evitar las áreas en donde hay un incremento o concentración de actividades antropogénicas.

Una de las actividades específicas que influyen en la conducta de los mamíferos marinos es la actividad turística, debido al gran incremento de embarcaciones que se dedican a la observación directa de cetáceos silvestres. En el estudio realizado por Bejder *et al.* (2006b), encontraron que en la zona de Shark Bay, Australia, la abundancia relativa de tursiones no se vio afectada mientras no había actividades turísticas o hasta una embarcación, pero cuando el número de operadores de embarcaciones turísticas aumentó a dos o más, hubo una declinación significativa en el promedio de delfines. En Nueva Zelanda, el estudio realizado por Lusseau (2004) mostró que existen efectos de las embarcaciones en las actividades de los tursiones, principalmente en el descanso y que la menos susceptible fue la socialización. De manera general el comportamiento de los delfines fue evasivo con respecto al tráfico de embarcaciones.

Además del tráfico de embarcaciones, otro de los problemas a los que se enfrentan los mamíferos marinos, son las capturas incidentales en redes principalmente agalleras y de arrastre. Las estimaciones de enmallamientos de tursiones en redes pesqueras en las Islas Baleares, España, es de 6 delfines·año⁻¹ (Brotons *et al.*, 2008). López-Gallego *et al.* (2003) demostraron que la mayoría de la captura incidental en Galicia (España) se centra en pequeños delfines como el delfín común de rostro corto (*Delphinus delphis*), aunque también hay reportes de capturas de tursiones y calderones de aletas largas (*Globicephala melas*). Read *et al.* (2006) realizaron un estudio en E.U.A., sobre las capturas incidentales de cetáceos y pinnípedos y encontraron que éstas se debían principalmente a redes agalleras (84% y 98%, respectivamente). Aunque se han empleado técnicas para disminuir la captura incidental de los mamíferos marinos, las cifras aún se encuentran entre los cientos de miles de animales capturados, por lo que es probable que la captura incidental tenga efectos demográficos sobre muchas poblaciones de mamíferos marinos (Read *et al.*, 2006; Read, 2008).

En México se han estudiado algunas poblaciones de tursiones en las costas de la península de Baja California, Golfo de California, Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe; pero en general se sabe muy poco de la situación actual de este cetáceo (Delgado-Estrella, 2002). Estos estudios se basan principalmente en su distribución, abundancia, cambios en su estructura y relación con variables ambientales, estructura genética, manejo y conservación (Segura *et al.*, 2006; Delgado-Estrella y Romero-Tenorio, 2008; Guevara-Aguirre *et al.*, 2008; Martínez del Olmo *et al.*, 2008).

Para el estado de Veracruz, hasta el 2005 sólo existían trabajos que estudiaron cuestiones poblacionales de los tursiones. Heckel (1992) y Schramm (1993) estimaron la abundancia y la distribución de estos delfines en el sur de la Laguna de Tamiahua y aguas adyacentes. Mostraron mediante foto-identificación que al menos una porción de la población es residente, y que de manera temporal

algunos individuos suelen ausentarse en ciertas épocas. Ramírez-Romero *et al.* (2005), estudiaron los tursiones de Nautla, Veracruz, y no encontraron diferencias en la abundancia entre temporadas. Además demostraron que para esta zona la profundidad en la que hubo mayor frecuencia de avistamientos no tuvo un patrón definido, aunque no se observaron en profundidades mayores a los 28 m. Martínez-Serrano *et al.* (2008), realizaron una estimación de la distribución y ámbito hogareño de los tursiones al norte de Veracruz. Encontraron que preferían las zonas cercanas a la desembocadura de ríos, sistemas arrecifales y plataformas petroleras con profundidades menores de 100 m y presentaban una cierta fidelidad al sitio de al menos 15 años.

Los disturbios causados por las actividades antropogénicas en la zona costera del estado de Veracruz, han modificado el hábitat, por lo cual los estudios realizados en periodos anteriores no pueden tomarse como representativos en la actualidad. Se sabe que las actividades humanas y los efectos que ocasionan son especialmente relevantes en los sitios considerados prioritarios para la conservación, tales como las Áreas Naturales Protegidas. La zona conurbada Veracruz - Boca del Río es considerada como de acelerado desarrollo industrial, urbano y turístico (GEV, 2006); las actividades antropogénicas realizadas principalmente en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) son potencialmente un problema para los delfines y otras especies que habitan esta zona (Morteo y Hernández-Candelario, 2007).

En el PNSAV no hay estudios sólidos que estén orientados a la especie *T. truncatus* ni a la posible relación que se da entre delfines y actividades humanas. Por lo tanto, la caracterización de las actividades humanas en el área es prioritaria para estudiar su relación con la abundancia de delfines, y así evaluar sus interacciones y posibles efectos.

I.3. Hipótesis

Las variaciones espaciales y temporales de la población de tursiones *Tursiops truncatus* que habitan en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano están relacionadas con la distribución y abundancia de artes de pesca y embarcaciones.

I.4. Objetivos

I.4a. Objetivo general

Caracterizar la distribución espacial y temporal de las actividades humanas, el tránsito marítimo y la población de *Tursiops truncatus* en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y evaluar si existe una relación con la distribución y abundancia de *Tursiops truncatus*.

I.4b. Objetivos particulares

1. Caracterizar la distribución espacial y temporal de las actividades humanas.
2. Evaluar la distribución espacio-temporal del tursión.
3. Evaluar las correlaciones entre la distribución temporal (abundancia relativa) y espacial de los delfines, las embarcaciones y las artes de pesca.

Método

II.1. Área de estudio

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) es uno de los complejos arrecifales más importantes del Golfo de México, situado sobre la plataforma continental, en la porción central del litoral veracruzano y frente a las localidades de Veracruz, Boca del Río y Antón Lizardo, entre los 19°02'16" y 19°14'00" N y 95°45'00" y 96°08'00" W (Figura 3); su extensión es de 52, 238 ha (Secretaría del Desarrollo Social, 1992; SEMARNAT, 2006; Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008). Fue declarado Área Natural Protegida (ANP) el 24 de agosto de 1992 y recategorizada como Parque Nacional en el año 2000 (SEGOB, 1994). Está constituido por dos áreas arrecifales: la primera lo conforman 11 arrecifes localizados al noroeste de las ciudades Veracruz y Boca del Río, cuyos nombres son: Bajo Paducah, Gallega, Galleguilla, Anegada de Adentro, La Blanquilla, Isla Verde, Isla de Sacrificios, Pájaros, Hornos, Ingeniero y Punta Gorda, todos dentro de la isóbata de los 37 m (Figura 3). La segunda área está ubicada a ~5 km de la Punta Antón Lizardo, a unos 20 km al suroeste del puerto de Veracruz, e incluye los 12 siguientes arrecifes: Giote, Polo, Blanca, Punta Coyol (Los Bajitos), Chopas, Enmedio, Cabezo, Rizo, Santiaguillo, Anegada de Afuera, Anegadilla y Topetillo, todos ellos en la isóbata de los 48 m. La longitud de los arrecifes varía de ~0.3 a 3.2 km, cubriendo un área que va de ~1 a 19 km², y

su profundidad está entre los 20 y 45 m. Las lagunas arrecifales son muy someras, pues tienen ~2 m de profundidad (Lara *et al.*, 1992; Gutiérrez-Carbonell *et al.*, 1993; Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008).

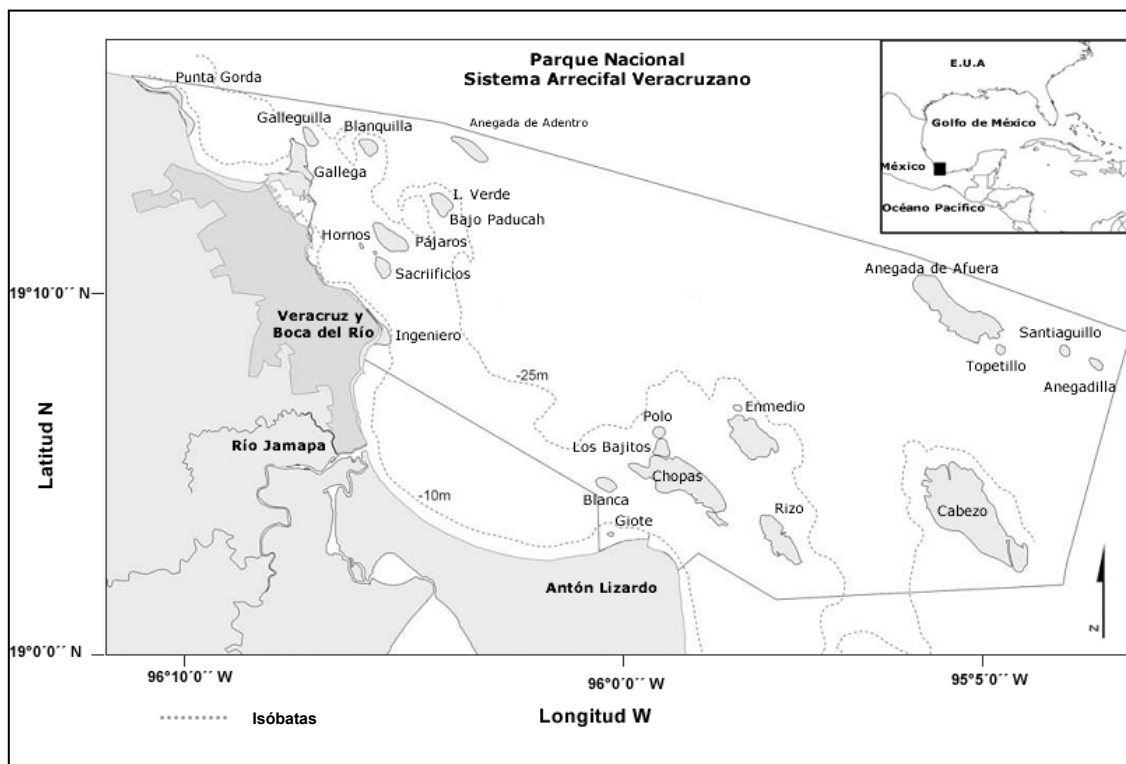


Figura 3. Polígono del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (modificado de Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008).

Los arrecifes de coral de esta zona se han desarrollado en un ambiente de aguas turbias debido al aporte terrígeno como resultado de las descargas de tres importantes ríos tales como: río La Antigua con un área de 2,827 km², ubicado al norte del PNSAV (19°05' y 19°34' N y 96°06' y 97°16' O); la cuenca del río Jamapa, situado en la parte intermedia del PNSAV y sirve como separador de los arrecifes al norte y al sur, (entre los 18°45' y 19°14' N y 95°56' y 97°17' O), con un área de ~3 912 km² (Pereyra-Díaz y Pérez-Sesma, 2005). Por último la cuenca del río Papaloapan que se encuentra hacia el sur del PNSAV (entre los 16°55' y 19°03' latitud N, y los 94°40' longitud O) y es uno de los más importantes en el

país por su caudal (Arenas-Fuentes y Cruz, 2005; CONANP, 2007). En cuyo recorrido recibe por el margen izquierdo las aportaciones de la Laguna de Alvarado para finalmente desembocar en el Golfo de México a través de la barra de Alvarado, este escurrimiento fluye hacia el Norte, llegando hasta los arrecifes sur del PNSAV (CONAE, 1995; CONAGUA, 2005; Horta-Puga y Carriquiry, 2008).

En esta zona existe una gran actividad humana, la cual incluye una alta actividad pesquera, con gran tráfico tanto de embarcaciones pesqueras como de tipo industrial y turístico (Morteo y Hernández-Candelario, 2007; Horta-Puga y Carriquiry, 2008). Sin embargo, dado que hasta la fecha aún no se ha publicado el Plan de Manejo para dicha zona, y dado el uso tradicional que los arrecifes han tenido en la vida productiva de los habitantes locales, a pesar de la vigilancia de las autoridades, aún se desarrollan actividades nocivas para su biodiversidad.

El PNSAV constituye un área de vital importancia por su alta biodiversidad, su potencial científico, económico, educativo, pesquero, turístico, y de alto valor para la población que se desarrolla en esta zona costera.

II.1a. Clima

El clima en el suroeste de la región del Golfo de México es de tipo caliente y húmedo (Am) con abundantes lluvias en verano y parte del otoño, una pequeña estación seca (de abril a mayo), y una precipitación promedio anual de 1100-2000 mm. La temperatura promedio anual es de 26°C, con un mínimo de ~18°C y máximo de ~28°C en enero y febrero (García-Miranda, 1978; Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008).

II.1b. Características oceanográficas.

La circulación que presenta el PNSAV está principalmente influenciada por el viento que es suficiente para originar que la masa de agua se desplace. A lo largo de la costa ocurre un cambio en la circulación de la corriente, durante los meses de septiembre a marzo las corrientes viajan costa abajo y durante mayo y agosto viaja costa arriba y es cuando se presentan surgencias debido al transporte de Ekman (causado por la fricción del viento sobre la superficie del océano), pero en esta zona la dirección predominante de la corriente es en dirección sur-norte. En la temporada de “nortes” cuando la velocidad del viento es de 35 m s^{-1} la corriente fluye en dirección al sur, adaptándose a los patrones del margen de costa. La corriente que hay entre los arrecifes es de 80 cm s^{-1} . Desde Punta Mocambo hasta la desembocadura del río Jamapa la velocidad se intensifica a 110 cm s^{-1} y decrece hacia el sur cerca de Antón Lizardo donde llega a ser nuevamente de 80 cm s^{-1} (Figura 3) (Salas-Pérez *et al.*, 2007; Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008).

En verano el agua superficial tienen una temperatura de $\sim 29^\circ\text{C}$ y salinidad de 34.4 a 35.7 ups. La mayor estratificación se observa en los primeros 50 m con una disminución de la temperatura de $\sim 5^\circ\text{C}$ y un aumento de la salinidad de 1.6 ups. En contraste, en invierno esta capa es casi homogénea lejos de la costa (a más de 12 km) con temperatura de $\sim 25^\circ\text{C}$ y una salinidad de 36.0 a 36.1 ups. Cerca de la costa hay una ligera estratificación en la temperatura (aumenta de 1 a 2°C entre la superficie y los primeros 20 ó 30 metros). La salinidad tiene una marcada estratificación aumentando de 30.8 a 36.1 ups, formando una pluma superficial de baja salinidad entre la costa y $\sim 6 \text{ km}$ mar adentro. Esto es común en las regiones donde hay una gran influencia de ríos (Figura 4). Normalmente la masa de agua fría apenas alcanza la superficie, debido a que la gran estabilidad de la masa de agua caliente se encuentra sobre ella (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003). La variabilidad de este patrón está asociada a una mayor turbulencia en la

temporada de nortes que ocurre en otoño e invierno, y la temporada de lluvias que ocurre en verano. Esto implica cambios en el volumen y naturaleza de la materia orgánica particulada que se introduce al ecosistema por medio de los aportes de los ríos, así como el flujo de aguas negras de la ciudad (Pérez-España *et al.*, 2008).

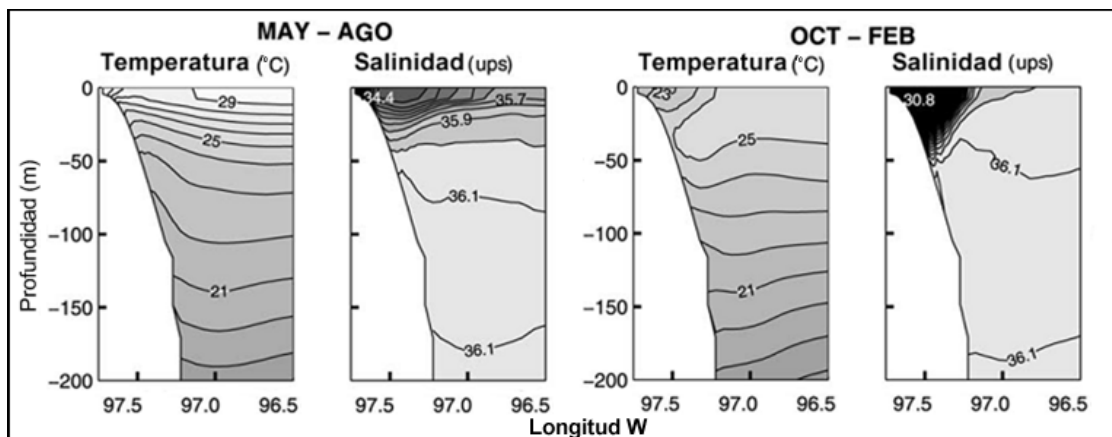


Figura 4. Media mensual de la vertical de temperatura y salinidad de la zona Tamaulipas-Veracruz (modificado de Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003).

II.1c. Actividades antropogénicas en el PNSAV.

Una de las actividades más relevantes en el PNSAV es la pesca artesanal, que sirve de sustento para alrededor de 500 familias de pescadores registrados, y otro número similar que no se encuentran registrados (Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007). Esta actividad que ya se venía ejecutando de tiempo atrás tiene conflicto con la actual situación de la zona debido a su situación de ANP. De los tres municipios que abarca el PNSAV, Veracruz, Boca del Río y Antón Lizardo, en este último es donde se centra la actividad pesquera, en la cual se extrae el 86% de las capturas, mientras que en Veracruz se extrae sólo el 13%. En Boca del Río la pesca de escama es mínima y se centra en la captura de camarón y ostión en

lagunas y ríos (Jiménez-Badillo *et al.*, 2006; CONAPESCA, 2006a; SAGARPA, 2008).

La captura total está integrada por ~90 especies de peces óseos, cinco especies de tiburón, cuatro de rayas, una de langosta, dos de pulpo y una de caracol. Las principales especies capturadas son: peto (*Scomberomorus cavalla*), medregal (*Seriola zonata*), sardina (familia Clupeidae: *Harengula jaguana*), tiburón aletas puntas negras (*Carcharhinus limbatus*), rubia (*Ocyurus chrysurus*), chopa (*Kyphosus incisor*, *Kyphosus sectator*), lisa (*Mugil cephalus*), bonito (*Euthynnus alletteratus*), pulpo (*Octopus vulgaris*), cubera (*Lutjanus cyanopterus*), jurel blanco y jurel amarillo (*Caranx latus*, *Caranx hippos*), caña hueca (*Rhizophryonodon terraenovae*), entre otras (Jiménez-Badillo *et al.*, 2006; Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007).

Los pescadores registrados emplean 200 embarcaciones de ~7 m de eslora, con motor fuera de borda; en un mismo día podrían estar operando ~159 embarcaciones. Las artes de pesca que se emplean son diversas, de acuerdo con la especie que decidan capturar: redes (agallera, de cerco, charanguera, carnadera, atarraya y cedazo), líneas (cordel y anzuelo, palangre, cimbra, rosario, curricán, cala o vara), golpeo (arpón, fisga o chuzo), buceo (gancho, colecta manual) (Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007).

Además de la intensa pesquería que se realiza en todo el polígono del PNSAV, el tránsito de embarcaciones mayores, tales como los buques de carga comercial llegan al puerto de Veracruz, debido a la exportación e importación de productos (alimentos, vehículos, materiales para construcción, granel agrícola, fluidos, etc.), atravesando la zona de arrecifes norte. En el 2008 se registró un número considerable de buques atracados ($1591 \cdot \text{año}^{-1}$), entre los cuales se incluyen dos cruceros turísticos (APIVER, 2009).

II. 2. Trabajo de campo

Se hicieron navegaciones entre julio de 2006 a junio 2008, a lo largo de rutas específicas en el área natural protegida Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) (Figura 5). Dichas rutas se seleccionaron de acuerdo con navegaciones prospectivas (febrero-junio de 2006). Durante un mismo día de navegación, se realizó un recorrido a lo largo de la costa (desde el área Arrecifal al norte del puerto de Veracruz hasta Antón Lizardo) y después un recorrido sobre la plataforma continental en transectos lineales perpendiculares a la costa (Buckland *et al.*, 2001), en profundidades menores a 40 m, zona que representa el hábitat común del ecotipo costero de *Tursiops truncatus* (Wells y Scott, 2002).

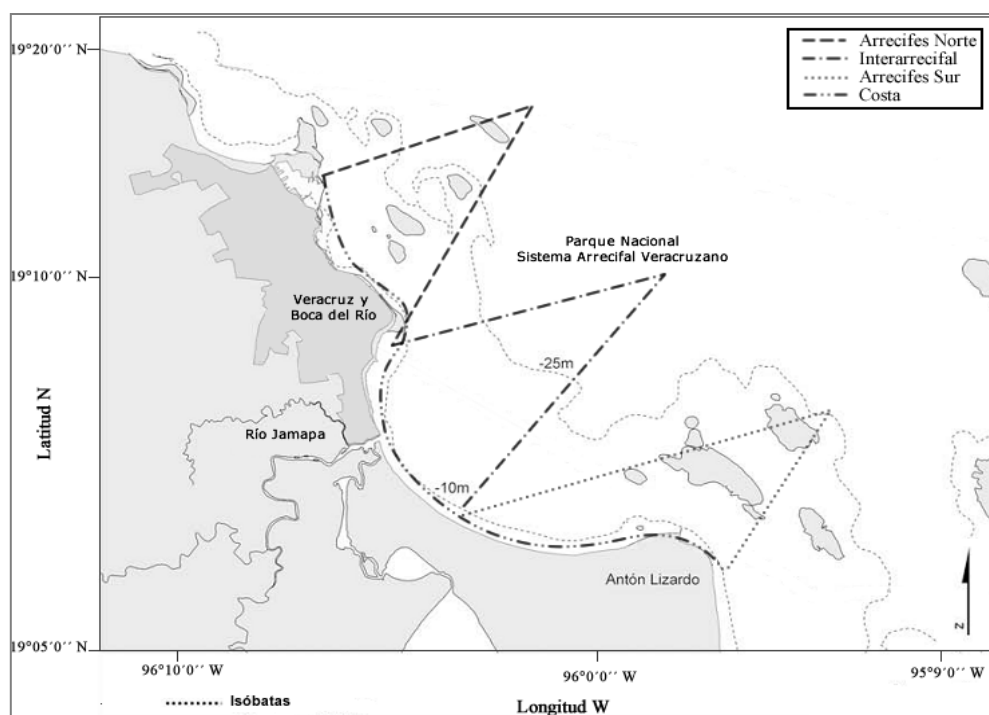


Figura 5. Trayectorias de las navegaciones (a lo largo de la costa y sobre la plataforma) en el área de estudio, el PNSAV (modificado de Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008).

Se utilizó una embarcación tipo Argos de 15 m de eslora con dos motores fuera de borda de cuatro tiempos y 115 hp de fuerza cada uno. Las rutas se recorrieron a una velocidad de 8-18 km·h⁻¹. Todos los datos fueron recolectados durante un estado del mar menor a Beaufort 3 (velocidad de viento < 15 km·h⁻¹).

El esfuerzo de búsqueda durante las navegaciones se dividió en dos tipos: el “modo de paso” y el “modo de aproximación”. Según Morteo y Hernández-Candelario (2007), el “modo de paso” consistió en seguir la ruta de navegación a una velocidad constante, el cual se utilizó para contabilizar el número de embarcaciones, éstas fueron clasificadas según su actividad en: Pesca, Buceo, Tránsito, Descanso, Otro (en esta categoría se encuentran las embarcaciones turística, banana, motos acuáticas, operaciones de puerto, militares, de patrullaje y de investigación), Mayor (buques comerciales) y Desconocida. De igual forma, se contaron las artes de pesca, y se clasificaron por tipo en: Camaronera, Agallera, Palangre, Línea, Buzo (pesca con gancho o arpón), Cimbra y Desconocida. La posición de cada uno de los objetos se estimó utilizando un geoposicionador por satélite (GPS), usando como referencia el rumbo de la embarcación, así como el ángulo de encuentro (desde la proa) y la distancia al objeto (estimada a ojo por el observador). El ángulo (0-360°) se estimó en intervalos de 10° y la distancia en intervalos de 50 m; ambas mediciones se calibraron entre observadores con el GPS, usando distancias fijas (faros, boyas y costa), de modo que las mediciones fueran consistentes a lo largo de los muestreos. Cabe mencionar que los muestreos se realizaron siempre por al menos tres observadores entrenados.

Cuando se avistaba una manada de delfines durante el recorrido, el esfuerzo pasó de “modo de paso” a “modo de aproximación”, y en este momento se suspendió el esfuerzo de búsqueda. En esta modalidad se comenzaba por observar el comportamiento de los animales y la embarcación se dirigía lentamente hacia la manada. Al igual que para las embarcaciones y artes de pesca, se obtuvo la posición de las manadas con el GPS.

La embarcación de investigación se mantuvo a una distancia (~50 m) y velocidad (entre 8-18 km·h⁻¹) prudentes, mientras se contaban los individuos y se hacían anotaciones sobre la composición de la manada (adultos, jóvenes y crías) (Morteo *et al.*, 2004).

Las observaciones en “modo de aproximación” continuaron hasta que se consideraba que todos los individuos de la manada fueron fotografiados, o se les perdía de vista. En este momento la embarcación volvía al punto donde inicialmente se observaron los delfines y se retomaba el “modo de paso”, reanudando el esfuerzo de búsqueda. La navegación continuó hasta completar el área de estudio o hasta que las condiciones meteorológicas lo impidieran.

II. 3. Análisis de datos

II. 3a. Esfuerzo de muestreo

Los datos fueron analizados mediante el programa Statistica 8.0® (Statsoft Inc, 2007); se agruparon por día, mes y temporada (lluvias: julio-octubre, nortes: noviembre-febrero; y secas: marzo-junio). Los análisis se hicieron para dos años: de julio 2006 a junio 2007 y de julio 2007 a junio 2008. El esfuerzo de campo fue calculado como el tiempo efectivo de búsqueda (h) y la distancia recorrida (km) durante cada navegación.

II. 3b. Distribución Espacial

Para el análisis espacial se dividió la zona de estudio en dos: la “zona de plataforma” y la “zona de costa”, y se usó el método de Morteo (en prep.), el cual se describe a continuación. Para identificar las regiones geográficas con mayor densidad (hotspots), se graficaron las posiciones geográficas de todos los objetos (delfines, embarcaciones y artes de pesca) observados durante cada año de muestreo. Los datos se estandarizaron por unidad de muestreo (en este caso la cobertura del área, km²) según Ingram y Rogan (2002) y Lusseau y Higham (2004). El área de estudio se dividió en 294 cuadrantes y se hicieron conteos de objetos por cuadrante para encontrar el tamaño (mayor resolución) que podía usarse con la menor cantidad de cuadrantes vacíos (límite <10% del total de la malla) (Lusseau y Higham, 2004). Se construyeron contornos de densidad con una resolución de 1, 200 m², para cada objeto (embarcaciones, artes de pesca y tursiones) a través del análisis de densidad simple (número de objetos dividido entre el área con respecto a cada celda o cuadrante) mediante el programa ArcGis (ESRI®, 2009).

Se utilizó el Índice de Moran (IM) para analizar la autocorrelación espacial y la aleatoriedad de la distribución de los datos, para cada año (2006-7 y 2007-8), es decir, la concentración o dispersión de los datos de una variable en un mapa. El valor de este índice va de 1 para denotar que los datos están agrupados (autocorrelación positiva perfecta) hasta -1, donde los datos están dispersos (autocorrelación negativa perfecta); el cero significa un patrón espacial totalmente aleatorio. Si los valores relativamente altos (o bajos) de la magnitud elegida en una determinada localidad vienen acompañados de valores relativamente altos (o bajos) de la misma magnitud en las localidades vecinas, puede hablarse de la existencia de autocorrelación positiva. Si, por el contrario, los valores relativamente altos (o bajos) van alternándose geográficamente con valores relativamente bajos (o altos) de la misma magnitud en localidades adyacentes, la autocorrelación será negativa (Moran, 1950). La hipótesis nula para probar este índice es que “no hay un agrupamiento espacial de los valores asociados geográficamente en el área de estudio”. Por lo tanto, cuando el valor de p es pequeño y el valor absoluto de Z (vector de valores observados) es suficientemente grande estando fuera del intervalo de confianza la hipótesis nula se rechaza. En consecuencia, la autocorrelación espacial refleja si los objetos o actividades en una zona geográfica son similares a otros objetos o actividades en áreas próximas. Aunque se plantearon dos tipos de recorridos (plataforma y costa), el índice de Moran también se reporta en conjunto para ambos ya que se verificó que no hubo duplicación en los datos.

El índice de Moran expresa de manera formal el grado de asociación lineal entre dos variables aleatorias independientes, representadas funcionalmente por el vector Z de los valores observados y el vector W , de las medias ponderadas espacialmente de los valores de las unidades de observación vecinas, llamado el vector (*lag*) espacial. Este coeficiente está fundamentado en un modelo de autocovarianza. La proximidad entre “ i ” y “ j ” (filas y columnas) se denota como, y

son elementos de la matriz de distancia (W), El índice de Moran se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} Z_i Z_j}{s \sum_{i=1}^n Z_i^2}$$

(1)

Donde n es el número de unidades geográficas de observación, w_{ij} son los elementos de una matriz binaria de contigüidad, s es la suma de todos los elementos de la matriz W y Z_i y Z_j son los valores estandarizados de la variable a analizar de la unidad geográfica de observación i y j . Y la doble sumatoria de i y j está comparando a los valores con la media de toda la región estudiada (Le Gallo, 2003 en Góngora-Gómez, 2007).

II. 3c. Distribución temporal

También para el análisis temporal los datos fueron separados por tipo de recorrido (plataforma y costero), donde cada objeto de estudio (embarcaciones, operaciones de pesca, y tursiones) fue agrupado considerando como unidad de medida cada día de muestreo. El índice de abundancia relativa (IAR= número de objetos observados por hora efectiva de búsqueda) fue analizado para buscar diferencias entre temporadas utilizando la prueba no paramétrica de Mann-Whitney (M-W) y Kruskal-Wallis (K-W) para dos y tres o más muestras independientes, respectivamente. Esto se hizo para tursiones, embarcaciones y artes de pesca, así como para sus correspondientes categorías (p. ej. tursiones jóvenes, embarcaciones en tránsito, redes agalleras, etc.), según el tipo de recorrido (plataforma y costa) y para ambos años de muestreo (2006-7 y 2007-8). De esta forma también se evaluó si existían diferencias significativas en el IAR

entre la temporada de lluvias de ambos años de muestreo (2006-7 y 2007-8). Esto se debió a que durante 2007-8 solamente en esta estación se obtuvieron datos suficientes para hacer la comparación entre años. Para indicar si el nivel de actividades humanas puede predecir la presencia de delfines, la abundancia relativa de estos animales se comparó con la abundancia de las embarcaciones y artes de pesca. Para ello se empleó la prueba no paramétrica de correlación simple de Spearman (coeficiente R o $\rho = \text{rho}$) cuyo valor oscila entre -1 y +1, indicándonos asociaciones negativas o positivas respectivamente, 0 (cero), significa no correlación pero no independencia (Neave y Worthington, 1988). Este análisis se realizó para los recorridos de plataforma 2006-7 y plataforma 2007-8, posteriormente para los recorridos de costa año 2006-7 y costa año 2007-8. Las correlaciones consistían en analizar los IAR de todas las combinaciones posibles (tursiones vs. embarcaciones, tursiones vs. artes de pesca y embarcaciones vs. artes de pesca) de cada una de las variables con sus categorías.

Resultados

III. 1. Esfuerzo de campo

Entre julio 2006 y junio 2008 se realizaron 34 navegaciones, que acumularon un total de 204.98 h de esfuerzo efectivo de búsqueda y la distancia recorrida acumulada fue de 3,779.88 km, cubriendo un área total de 3,738.09 km² (Tabla I).

Tabla I. Esfuerzo efectivo de muestreo y total de objetos observados en el Sistema Arrecifal Veracruzano durante los dos años de muestreo.

<i>Año</i>	<i>No. de Navegaciones</i>	<i>Esfuerzo (h)</i>	<i>Esfuerzo (km)</i>
2006-7	25	142.05	2796.66
2007-8	9	62.93	984.22
Total	34	204.98	3779.88

Se obtuvo una diferencia en el esfuerzo de muestreo aplicado por temporadas reuniendo los dos años (2006-7 y 2007-8) (Tabla II). En cuanto al registro de los objetos de estudio por temporadas, cabe notar que la presencia de embarcaciones, operaciones de pesca y tursiones fueron mayores en la temporada de lluvias (Tabla II).

Tabla II. Esfuerzo realizado durante los dos años de navegaciones (2006-7 y 2007-8), ordenado por temporadas (Lluvias, Nortes, Secas), incluyendo el número de objetos por categoría observados (embarcaciones, artes de pesca y tursiones).

Temporada	No. de Navegaciones	Esfuerzo (h)	Esfuerzo (km)	No. de Tursiones	No. de Embarcaciones	No. de Artes de Pesca
Lluvias	20	134.52	2217.86	221	1058	175
Nortes	7	47.30	775.2	45	492	66
Secas	7	43.15	786.82	38	387	37
Total	34	224.97	3779.88	304	1937	278

El número de embarcaciones observadas durante el primer año fue siete veces mayor con respecto al 2007-8. Y el número de artes de pesca también fue notablemente mayor durante el primer año (2006-7) con la diferencia de un orden de magnitud con respecto del segundo (2007-8) (Tabla III).

Tabla III. Conteo de objetos de en el SAV, por año de muestreo (2006-7 y 2007-8).

Año	No. de Delfines	No. de Embarcaciones	No. de Artes de Pesca
2006-7	180	1489	201
2007-8	124	448	77
Total	304	1937	278

En el 70.5% de los recorridos se observaron tursiones. Se emplearon un total de 22.63 h en la observación directa de las manadas. El conteo de tursiones entre los dos años fue similar (Tabla III).

III. 2. Distribución Espacial

Durante el tiempo de muestreos 2006 - 2007 se cubrieron 3, 009,000 m² (300.9 ha), mientras que para el 2007-8 el área cubierta fue de 827,700 m² (82.77 ha). Para cada objeto de estudio (tursiones, embarcaciones y operaciones de pesca) se obtuvieron mapas por año (2006-7 y 2007-8) con contornos que muestran la densidad (número de objetos·km⁻²) en el espacio para cada uno de los objetos de estudio (Figura 5).

III. 2a. Distribución espacial de *Tursiops truncatus*

En 2006-7 se encontraron las densidades más altas de tursiones muy próximas a la costa, la cual abarca una franja de ~1.5 km de tierra hacia mar adentro (Figura 6). Comparando la zona de plataforma con la costera se observa que los tursiones se concentran en la parte central, cerca de la desembocadura del río Jamapa, y hacia el sur de la zona de estudio (Figura 6).

Para el año 2007-8, los avistamientos estuvieron alejados de la costa. Las manadas que se registraron durante el recorrido de costa estuvieron muy distantes una de otra con respecto al año anterior y se observa una menor densidad. Sin embargo, al igual que en 2006-7, se observa que espacialmente se distribuyen cerca de la desembocadura del río Jamapa y la zona sur cercana a Antón Lizardo (Figura 7).

La densidad de tursiones en ambos años y ambos tipos de transecto (costa y plataforma) presentaron una distribución aleatoria (2006-7: $IM_{plataforma} = 0.01$, $p = 0.78$, $IM_{costa} = -0.48$, $p = 0.37$ y para el 2007-8: $IM_{plataforma} = -0.31$, $p = 0.71$, $IM_{costa} = 0.20$, $p = 0.29$).

Para ambos tipos de muestreo (plataforma y costa) en los dos años se aprecia que los avistamientos de tursiones estuvieron agrupados, para el 2006-7 el índice fue de 0.7 ($p=0.03$) y en 2007-8 fue de 0.99 ($p=0.02$).

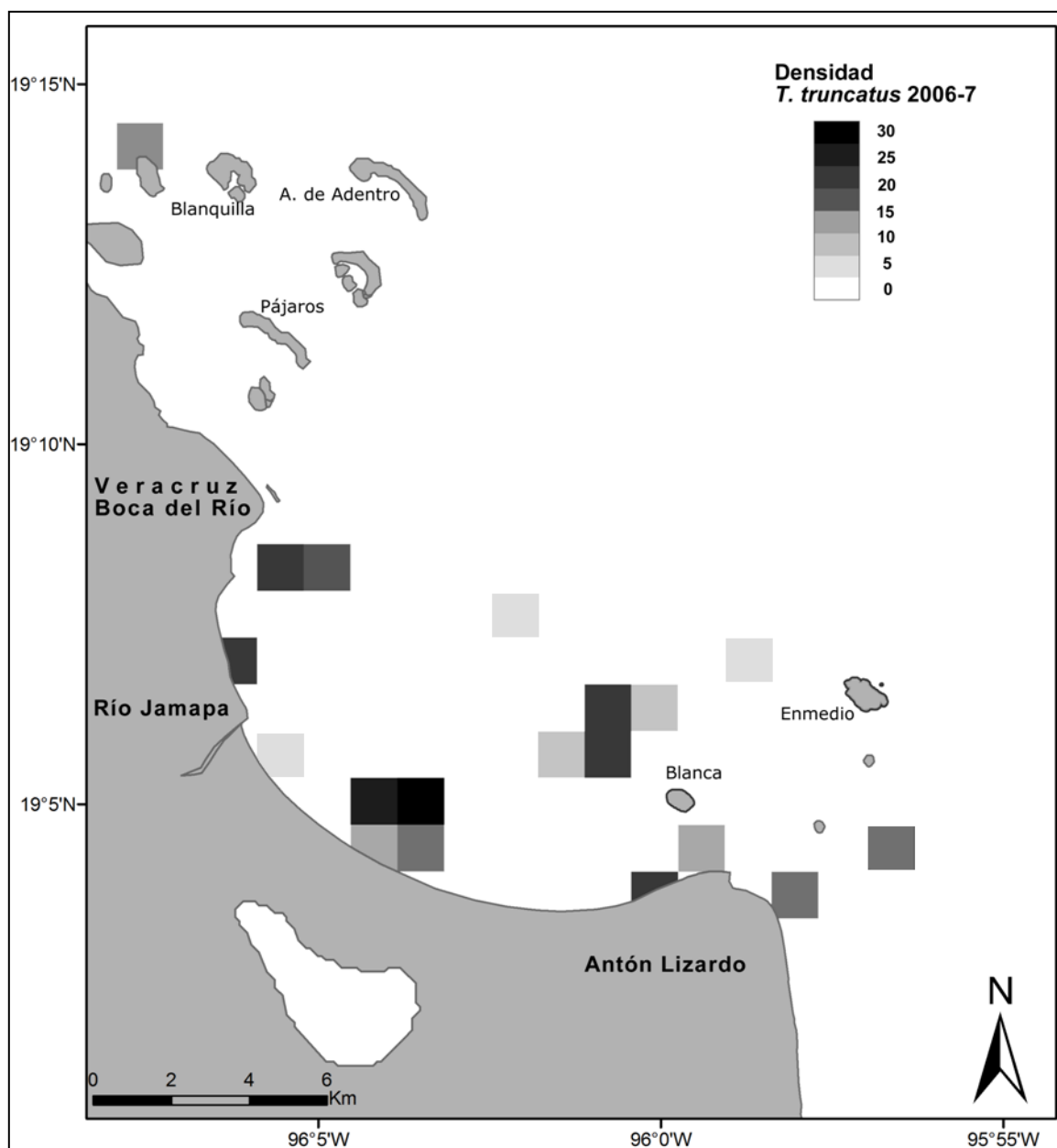


Figura 6. Distribución de la densidad del tursión (no. de tursiones·km⁻²) en los recorridos de 2006-7.

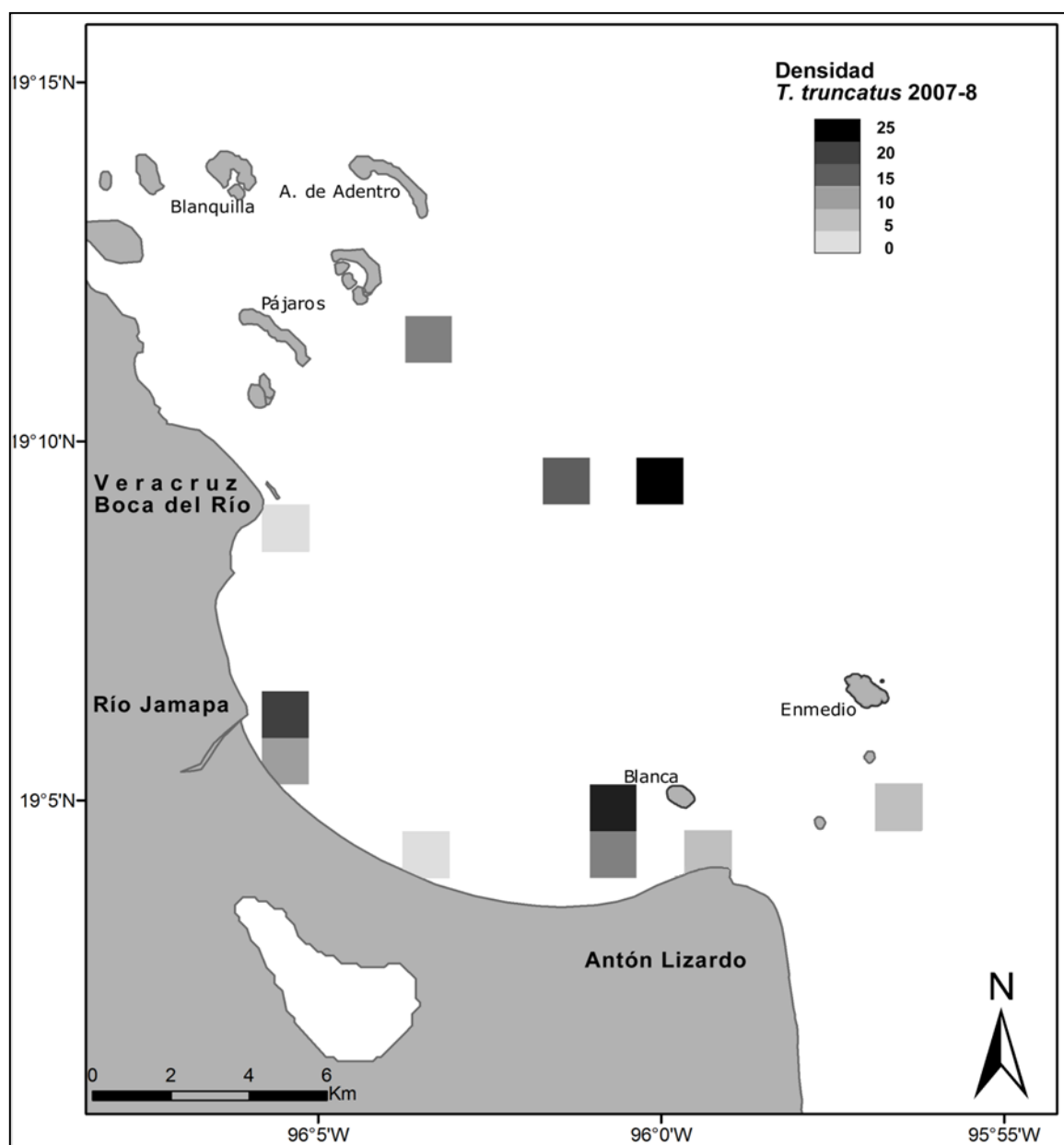


Figura 7. Distribución de la densidad del tursión (no. de tursiones·km⁻²) en los recorridos de 2007-8.

III. 2b. Distribución espacial de las embarcaciones

Para el 2006-7, la distribución espacial sugiere que hay una mayor densidad de las embarcaciones en la desembocadura del río Jamapa (~ 100 embarcaciones $\cdot$ km⁻²) que en la zona de arrecifes (Figura 8). En la zona interarrecifal la densidad fue menor en comparación con el resto del área de estudio (< 5 embarcaciones $\cdot$ km⁻²).

En el 2007-8, la distribución espacial coincide con el primer año en cuanto a que la mayor densidad de embarcaciones se observa en la desembocadura del río Jamapa (Figura 9). Sin embargo, también se observa una alta densidad en la costa al norte de Veracruz.

Las embarcaciones observadas en el 2006-7 durante el recorrido de plataforma están distribuidas aleatoriamente ($IM_{\text{plataforma}} = 0.04$, $p = 0.53$) y en la zona de costa las embarcaciones muestran un patrón ligeramente agrupado ($IM_{\text{costa}} = 0.08$, $p = 0.04$). Para el segundo año (2007-8) las embarcaciones en la zona de plataforma estuvieron agrupadas ($IM_{\text{plataforma}} = 0.16$, $p = 0.01$) mientras que en la zona de costa el índice no fue significativo por lo que se considera que las embarcaciones estuvieron distribuidas aleatoriamente ($IM_{\text{costa}} = -0.27$, $p = 0.75$).

Al analizar los datos por año, para ambos tipos de muestreo (plataforma y costa), las embarcaciones estuvieron ligeramente agrupadas ($IM_{2006-7} = 0.12$, $p = 0.0003$; $IM_{2007-8} = 0.26$, $p < 0.05$).

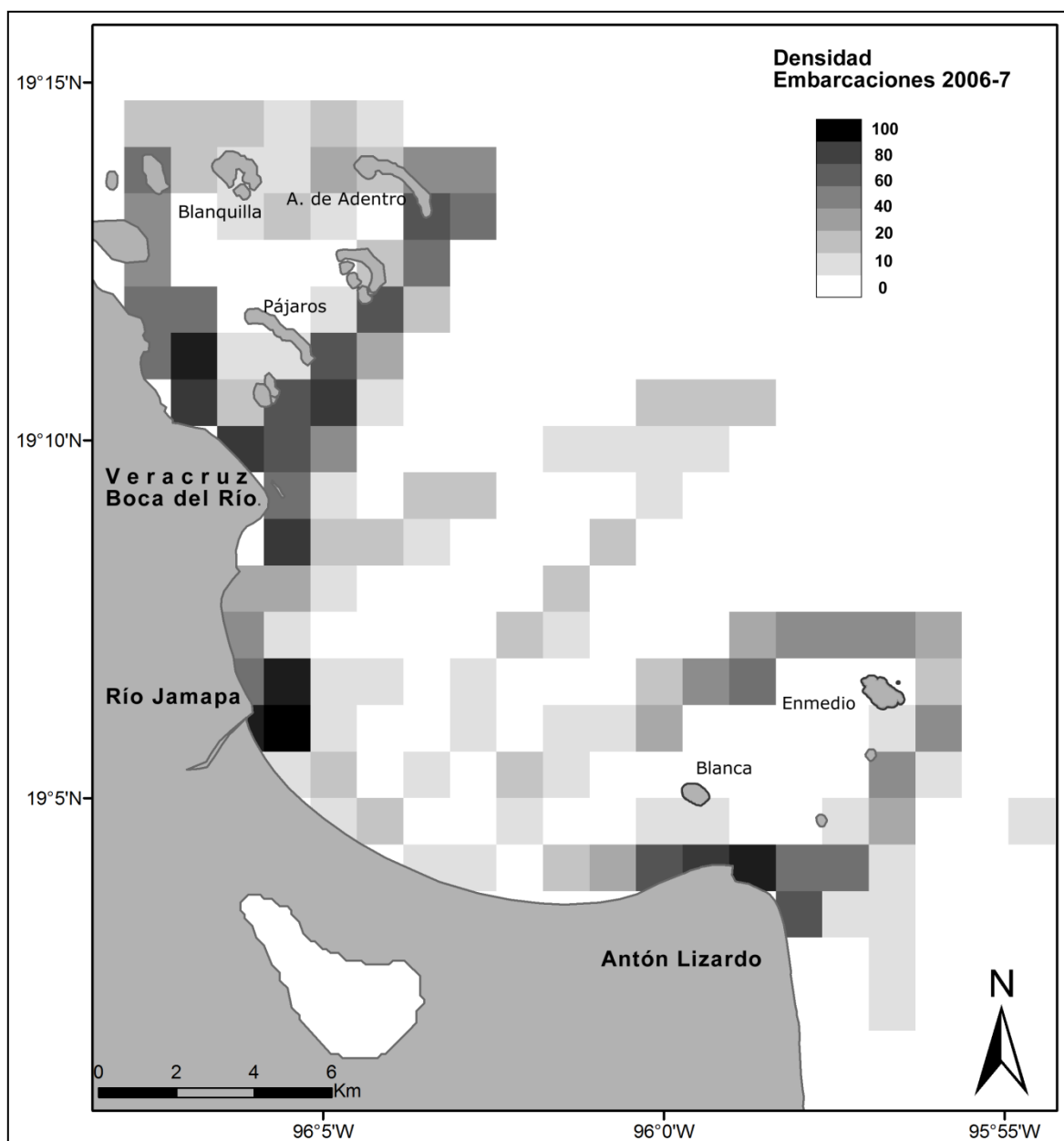


Figura 8. Distribución de la densidad de embarcaciones (no. de embarcaciones- km^2) en los recorridos de 2006-7.

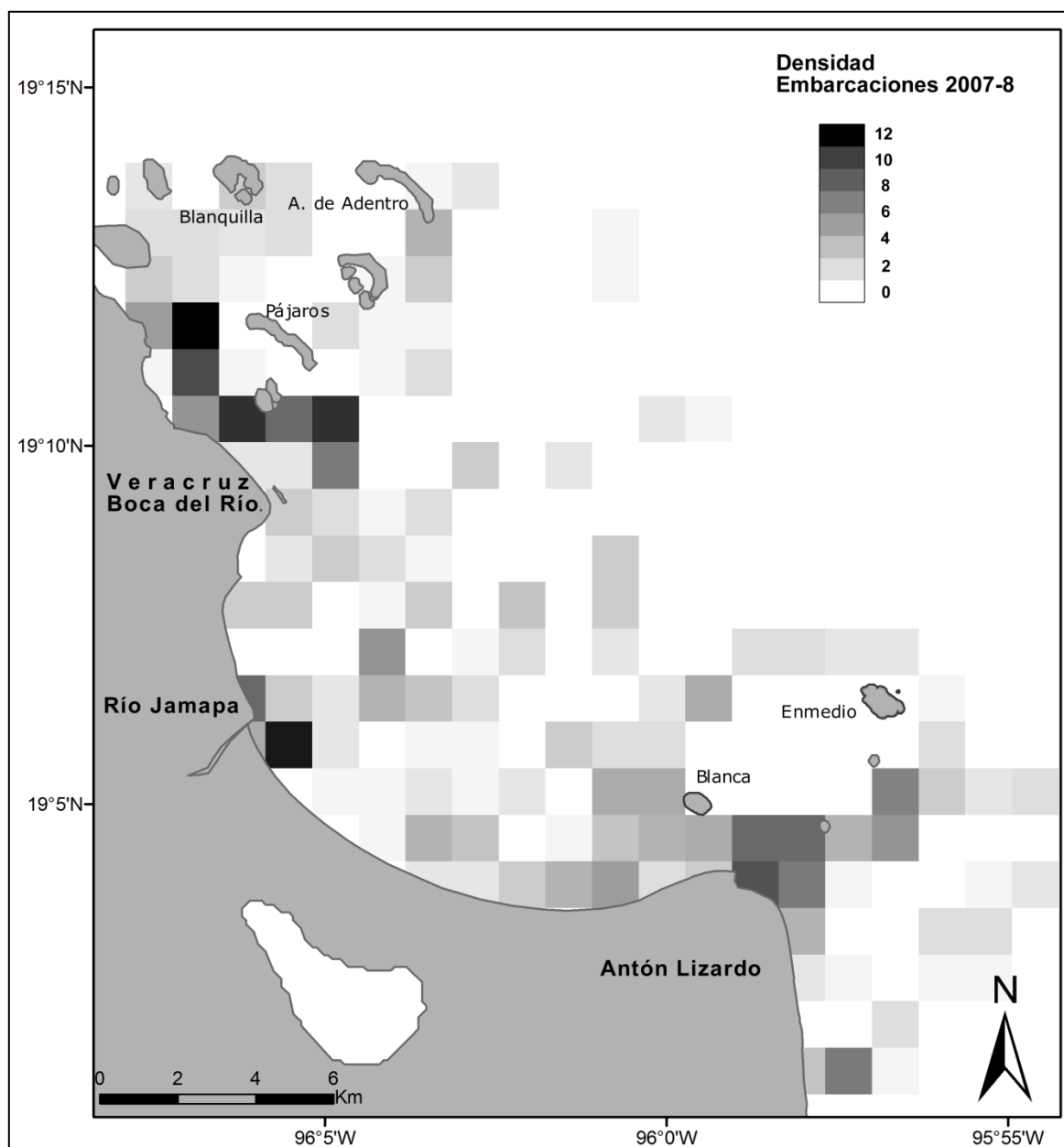


Figura 9. Distribución de la densidad de embarcaciones (no. de embarcaciones- km^{-2}) en los recorridos de 2007-8.

III. 2c. Distribución espacial de las artes de pesca

La densidad de las operaciones de pesca durante el 2006-7 en la zona de plataforma fue de hasta 10 operaciones de pesca·km⁻²; sin embargo en la zona de costa se observaron los valores más altos (20 operaciones de pesca·km⁻², principalmente camaroneras) particularmente en la desembocadura del río Jamapa (Figura 10).

Durante el segundo año 2007-8 en la zona de plataforma se encontraron densidades no mayores a 2 operaciones de pesca·km⁻², principalmente en la zona de arrecifes, mientras que para la zona de costa el valor más alto fue de 8 operaciones de pesca·km⁻². Al igual que en 2006-7, en el 2007-8 se observó la más alta densidad cerca de la desembocadura del río Jamapa, tal como la distribución de las embarcaciones (Figura 11).

La distribución de las operaciones de pesca en el año 2006-7 se da en forma aleatoria ($IM_{\text{plataforma}} = -0.002$, $p = 0.74$ $IM_{\text{costa}} = -0.009$, $p = 0.99$). Lo mismo ocurrió para los datos del año 2007-8, ($IM_{\text{plataforma}} = 0.14$, $p = 0.82$, $IM_{\text{costa}} = -0.09$, $p = 0.78$).

Al analizar los dos tipos de recorridos (plataforma y costa) juntos, en el primer año (2006-7), el índice indica que las operaciones de pesca estuvieron espacialmente agrupadas ($IM_{2006-7} = 0.89$, $p < 0.05$; Figura 10); mientras que en el caso del 2007-8, la distribución fue al azar ($IM_{2007-8} = -0.07$, $p = 0.8$; Figura 11).

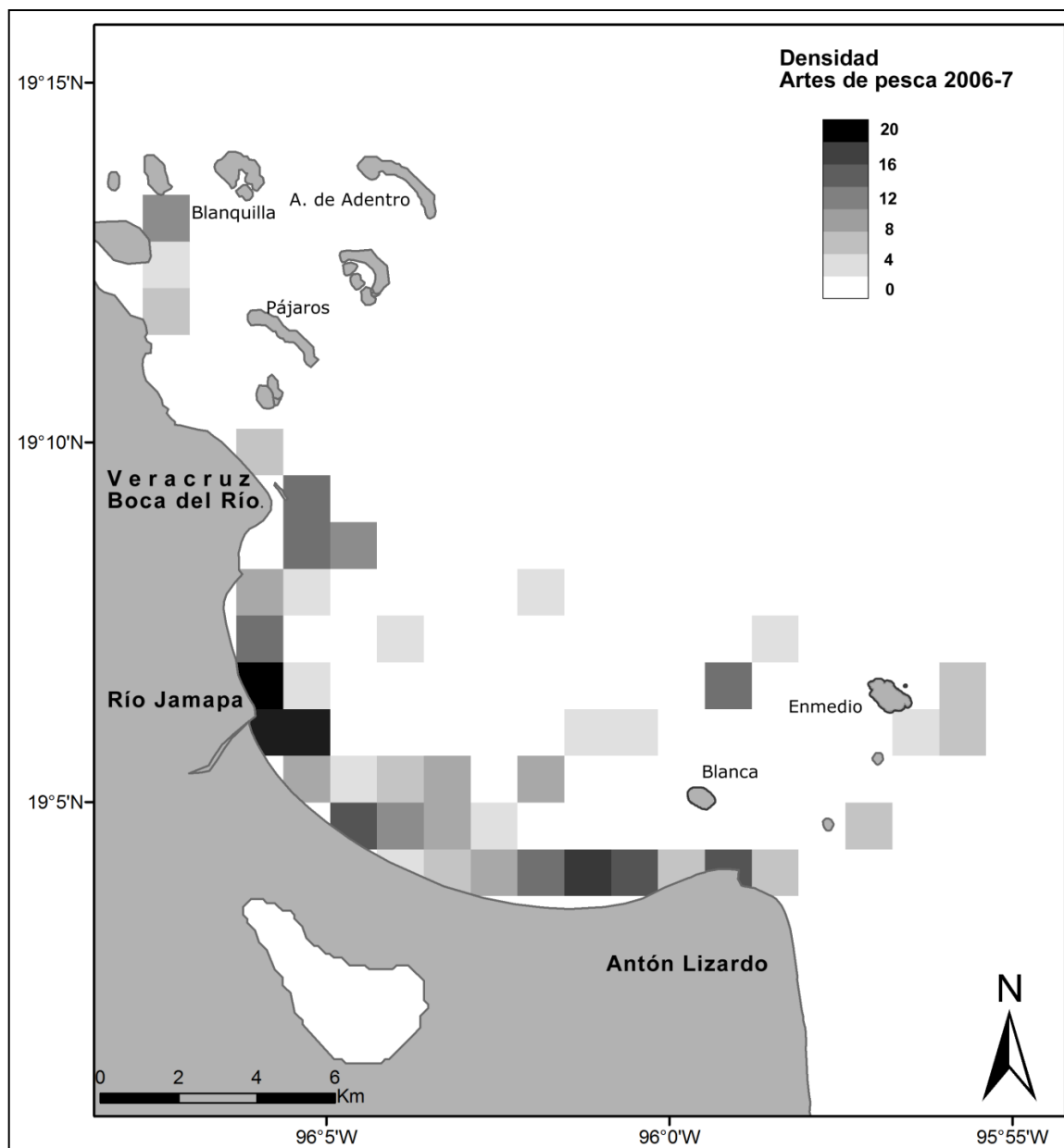


Figura 10. Distribución de la densidad de las artes de pesca (no. de artes de pesca·km⁻²) en los recorridos 2006-7.

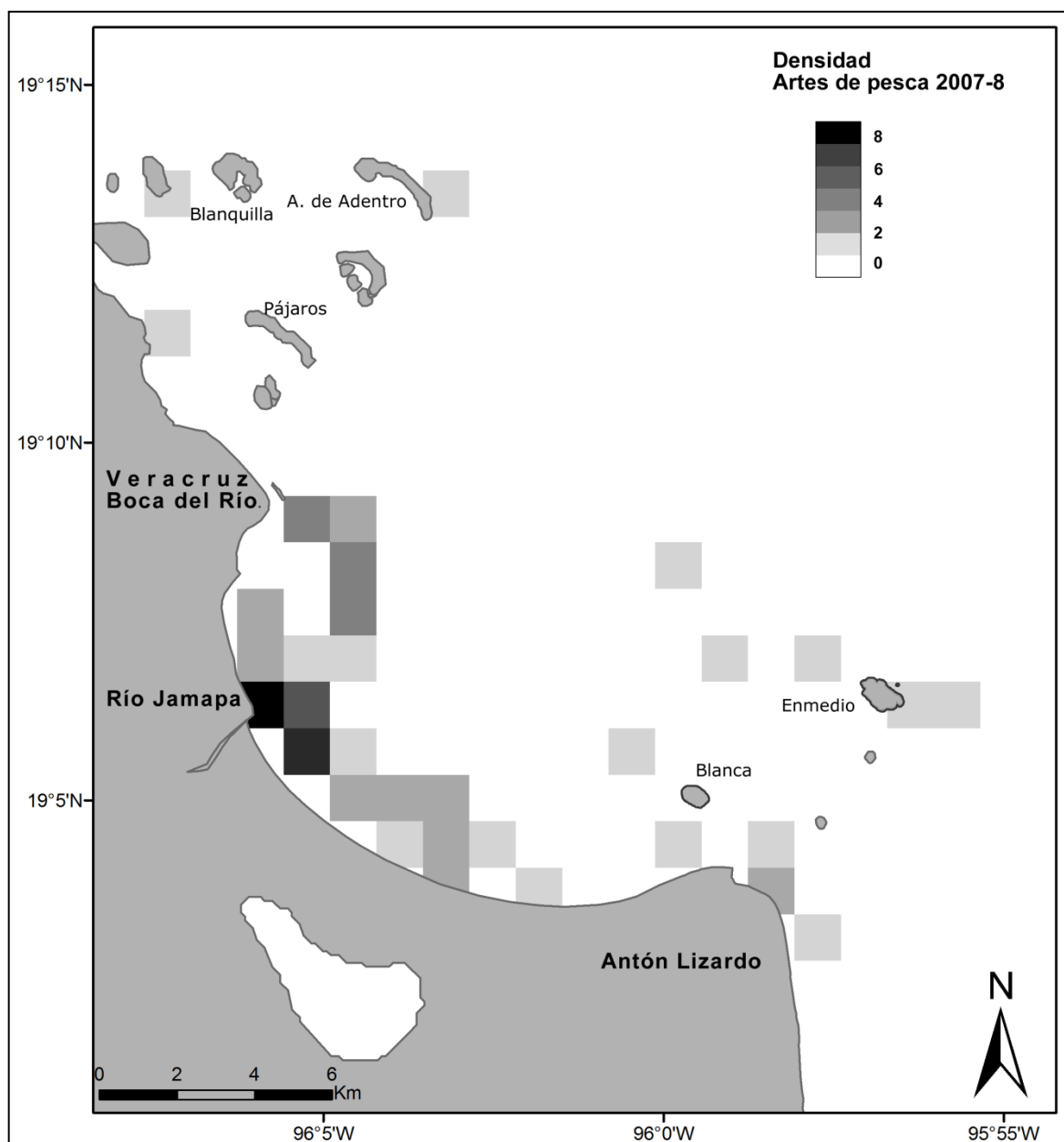


Figura 11. Distribución de la densidad de las artes de pesca (no. de artes de pesca · km²) en los recorridos 2007-8.

III. 3. Distribución Temporal

Se obtuvo la media mensual del índice de abundancia relativa (IAR) para cada uno de los tipos de objetos de estudio (embarcaciones, artes de pesca, tursiones) por tipo de recorrido (costa y plataforma), y para cada uno de los años muestreados (2006-7 y 2007-8). Los datos fueron agrupados por temporadas (lluvias, nortes, secas) (Tabla IV).

Tabla IV. Índice de abundancia relativa (IAR= número de objetos avistados por hora de navegación) promedio durante los dos años de navegaciones (2006-7, 2007-8) agrupados por temporada. No se discrimina por tipo de recorrido.

Año	Temporada	Tursiones *h⁻¹	Embarcaciones *h⁻¹	Artes de Pesca *h⁻¹
2006-7	Lluvias	3.63	19.2	4.78
	Nortes	4.89	27.92	3.91
	Secas	2.58	20.2	4.48
2007-8	Lluvias	8.3	22.76	7.95
	Nortes	0	16.81	5.51
	Secas	4.16	16.14	1.9
2006-7		1.26	10.48	1.41
2007-8		1.97	7.11	1.22

III.3a. Tursiones

Muestreo del 2006-7

Durante 2006-7 se observó un total de 180 tursiones. Los adultos fueron los más abundantes durante todo el año de muestreo (Figura 12).

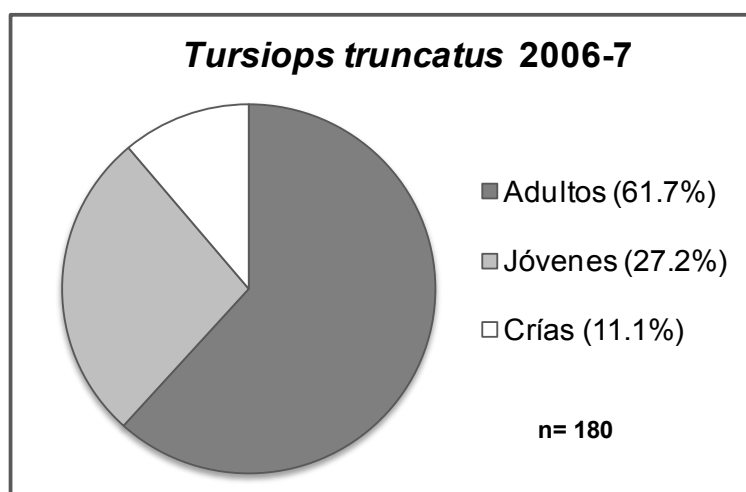


Figura 12. Proporción de grupos de edad del total de tursiones (n=180) observados en el PNSAV durante el año 2006-7.

Se encontró un promedio de IAR de $1.23 \text{ tursiones} \cdot \text{h}^{-1}$ durante los recorridos tipo plataforma en 2006-7. La mayoría de estas observaciones fueron de adultos ($0.78 \cdot \text{h}^{-1}$), a diferencia de jóvenes ($0.31 \cdot \text{h}^{-1}$) y crías ($0.14 \cdot \text{h}^{-1}$). Durante la temporada de secas se observó el mayor IAR ($0.93 \text{ adultos} \cdot \text{h}^{-1}$) de los adultos, comparado con lluvias y nortes; en cuanto a los jóvenes la tendencia es similar ya que el índice de abundancia fue mayor en la temporada de secas. En cuanto a las crías la mayor abundancia se puede observar en la temporada de lluvias ($0.22 \cdot \text{h}^{-1}$) (Figura 13).

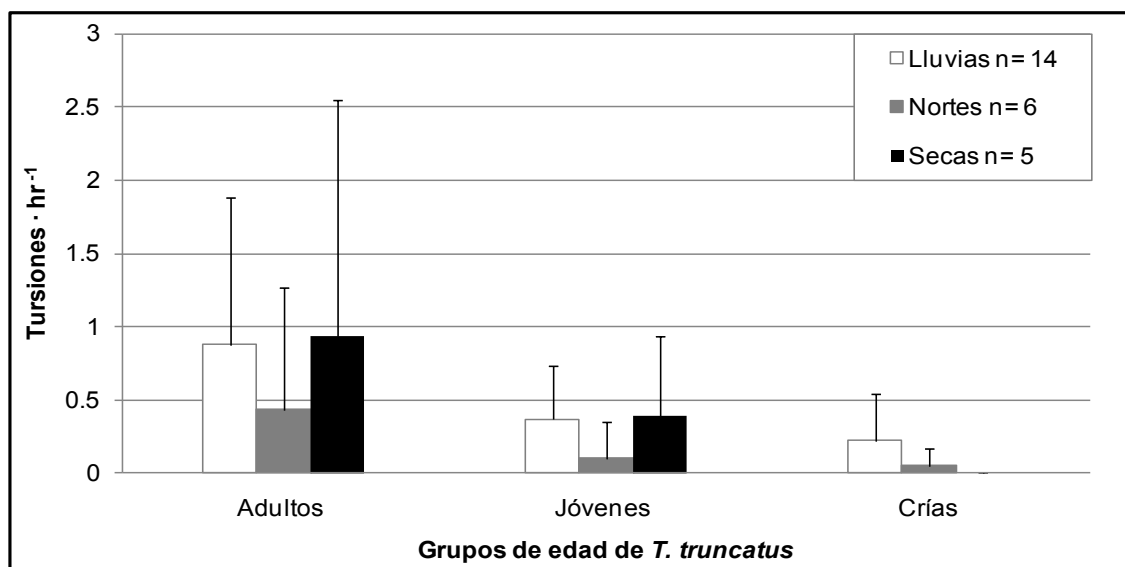


Figura 13. Índice de abundancia relativa de adultos, jóvenes y crías de tursiones, por temporada, para el recorrido de plataforma 2006-7. El tamaño de muestra (n) es el número de días navegados por temporada.

Sin embargo, al aplicar las pruebas no paramétricas correspondientes (Kruskal-Wallis para tres o Mann-Whitney para dos muestras independientes) se determinó que no hubo diferencias significativas en la abundancia relativa de tursiones entre temporadas para el recorrido de plataforma durante el primer año (2006-7) (Tabla V).

Tabla V. Comparación de la abundancia relativa de tursiones en el recorrido de plataforma para 2006-7. K-W= Kruskal-Wallis (estadístico H), M-W= Mann-Whitney (estadístico U).

	2006-7				
	n: Lluvias= 14, Nortes= 6, Secas= 5				
	Índice de abundancia relativa (IAR)			K-W ó M-W	
	Lluvias	Nortes	Secas	H ó U	p
Adultos	0.88	0.43	0.93	0.49	0.78
Jóvenes	0.37	0.1	0.38	2.77	0.24
Crías	0.22	0.05	0	30	0.35
Total de tursiones	1.47	0.58	1.32	1.72	0.42

Durante el recorrido tipo costa se obtuvo un total de $1.17 \text{ tursiones} \cdot \text{h}^{-1}$, de los cuales se observaron $0.69 \text{ adultos} \cdot \text{h}^{-1}$, $0.34 \text{ jóvenes} \cdot \text{h}^{-1}$ y $0.13 \text{ crías} \cdot \text{h}^{-1}$ (Figura 14). Aunque el índice fue mayor en nortes para los tres grupos de edad ($1.56 \text{ adultos} \cdot \text{h}^{-1}$, $0.82 \text{ jóvenes} \cdot \text{h}^{-1}$ y $0.30 \text{ crías} \cdot \text{h}^{-1}$), no se encontraron diferencias significativas entre temporadas para ningún grupo de edad durante este tipo de recorrido (Tabla VI).

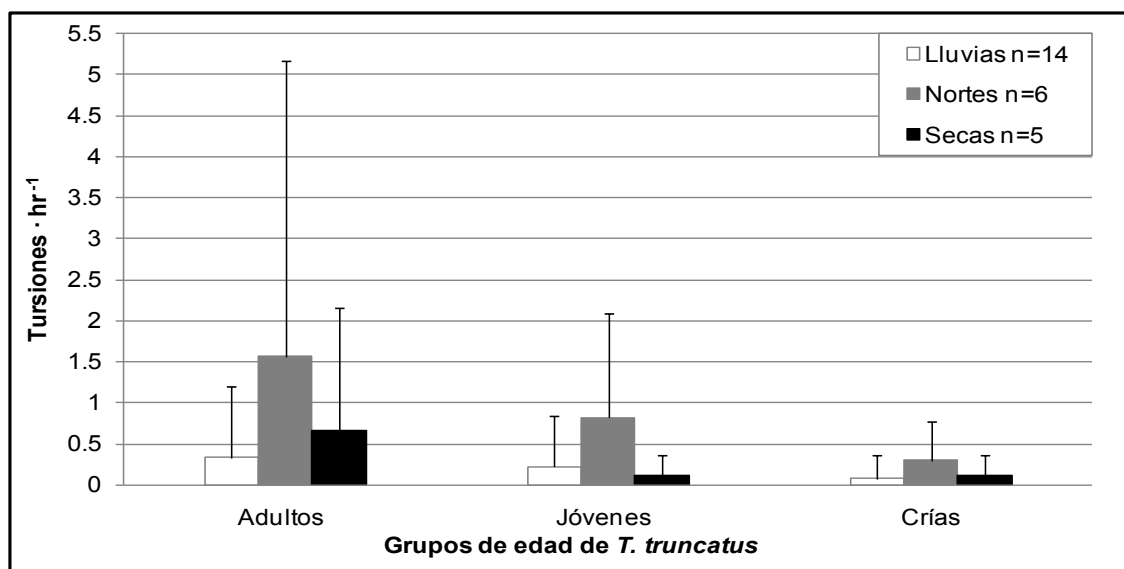


Figura 14. Índice de abundancia relativa de adultos, jóvenes y crías de tursiones, por temporada, para el recorrido costero 2006-7. El tamaño de muestra (n) es el número de días navegados por temporada.

Tabla VI. Comparación de la abundancia relativa de tursiones en el recorrido de costa para 2006-7. K-W= Kruskal-Wallis (estadístico H).

	2006-7				
	n: Lluvias= 14, Nortes= 6, Secas= 5				
	Índice de abundancia relativa (IAR)			K-W	
	Lluvias	Nortes	Secas	H	p
Adultos	0.3	1.5	0.6	0.47	0.78
Jóvenes	0.2	0.8	0.1	1.42	0.49
Crías	0.07	0.3	0.1	1.91	0.38
Total de tursiones	0.63	2.69	0.88	0.58	0.74

Muestreo del 2007-8

Durante este año se registró un total de 124 individuos, y nuevamente fueron en su mayoría adultos. En este año solamente se reportó la presencia de un neonato (Figura 15).

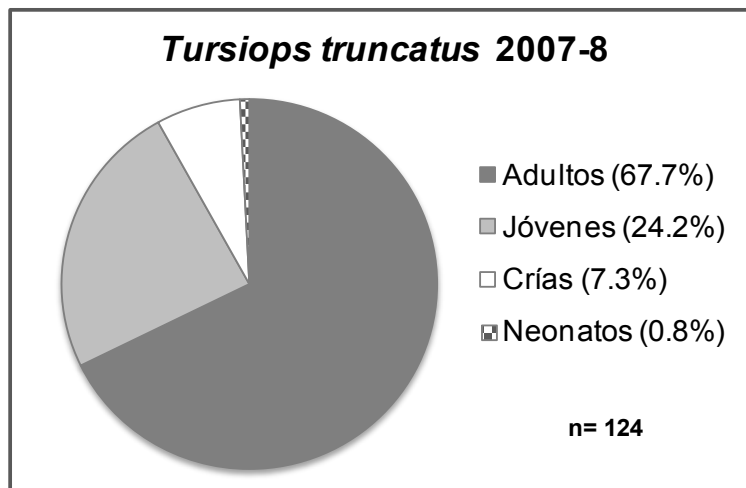


Figura 15. Proporción de grupos de edad del total de tursiones (n=124) observados en el PNSAV durante el año 2007-8.

Se observó un índice de abundancia relativa (IAR) de tursiones de 3.33 tursiones·h⁻¹ en el recorrido tipo plataforma durante todo el 2007-8, donde se encontraron en su mayoría adultos. Dado que los tursiones sólo fueron observados durante la época de lluvias, no se realizó un análisis estadístico para comparar las temporadas (Figura 16).

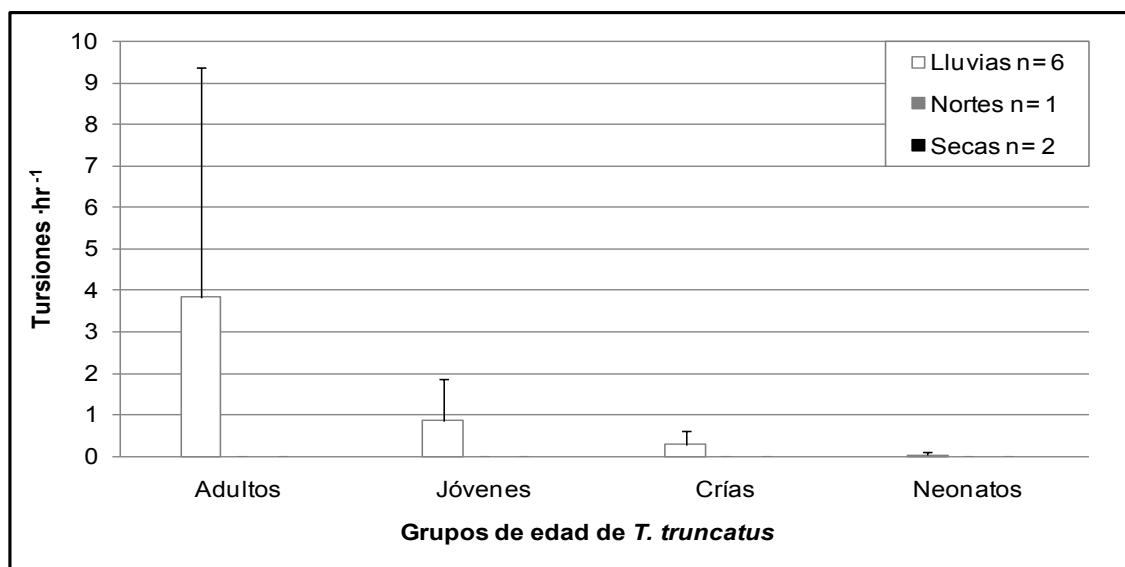


Figura 16. Índice de abundancia relativa de adultos, jóvenes, crías y neonatos de tursiones, durante la temporada de lluvias, para el recorrido plataforma 2007-8. El tamaño de muestra (*n*) es el número de días navegados por temporada.

Durante el recorrido tipo costa en 2007-8 se obtuvo un IAR de 3.72 tursiones·h⁻¹. En este año, en comparación con el anterior, se avistaron tursiones solamente en las temporadas de lluvias y nortes, y se repite el patrón donde los adultos son más abundantes en la temporada de lluvias (2.15·h⁻¹). En, la temporada de secas el IAR del grupo de edad de los jóvenes es el más abundante (2.5·h⁻¹), y sólo se avistaron crías en la temporada de lluvias (Figura 17). Sin embargo, al comparar estadísticamente las tres temporadas con la prueba no paramétrica de Mann-Whitney no se encontraron diferencias significativas entre temporadas para ningún grupo de edad (Tabla VII).

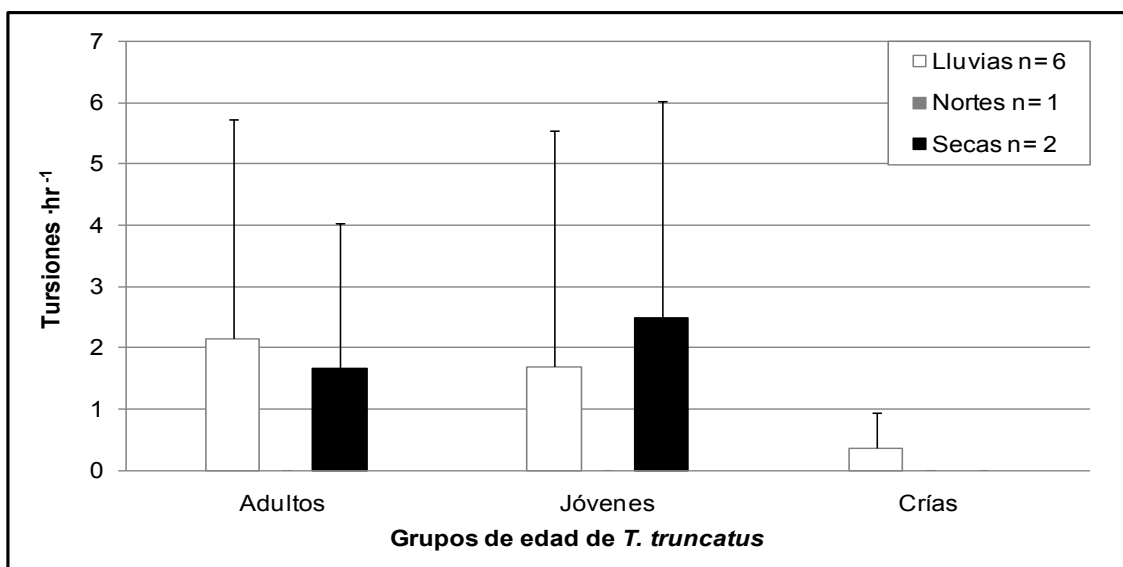


Figura 17. Índice de abundancia relativa de adultos, jóvenes y crías de tursiones, por temporada, para el recorrido tipo costa 2007-8. El tamaño de muestra (n) es el número de días navegados por temporada.

Tabla VII. Comparación de la abundancia relativa de tursiones en el recorrido de costa para el 2007-8. M-W= Mann-Whitney (estadístico U).

2007-8					
n: Lluvias= 6, Nortes= 1, Secas= 2					
	Índice de abundancia relativa (IAR)			M-W	
	Lluvias	Nortes	Secas	U	p
Adultos	2.1	-	3.3	6	1
Jóvenes	1.6	-	5	5	0.85
Crías	0.3	-	0	-	-
Total de tursiones	4.2	-	4.1	5	0.85

Comparación de la temporada de lluvias entre 2006-7 vs. 2007-8

Se comparó sólo la temporada de lluvias de ambos años para cada uno de los recorridos. Para el tipo plataforma, no hubo diferencias significativas en el índice de abundancia relativa de tursiones (o para ninguna clase de edad) entre los dos años de muestreo (adultos: M-W; $U = 36.5$, $p = 0.65$, jóvenes: M-W; $U = 34$, $p = 0.54$, crías: M-W; $U = 38$, $p = 0.77$; $n_{2006-7} = 14$, $n_{2007-8} = 6$). La comparación entre la temporada de lluvias de ambos años para el recorrido de costa dio el mismo resultado (adultos: M-W; $U = 34$, $p = 0.54$, jóvenes: M-W; $U = 34$, $p = 0.54$, crías: M-W; $U = 31$, $p = 0.39$; $n_{2006-7} = 14$, $n_{2007-8} = 6$).

III.3b. Embarcaciones

Muestreo del 2006-7

Durante el 2006-7 se observó un total de 1489 embarcaciones en los recorridos de plataforma (Figura 18).

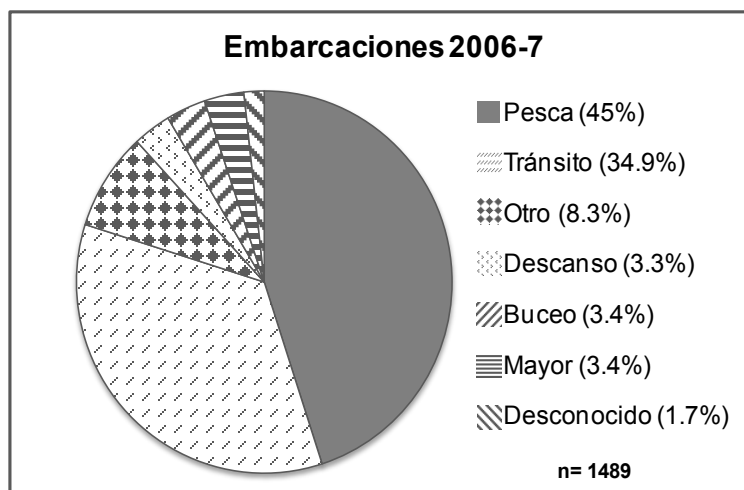


Figura 18. Proporción de los tipos de embarcaciones registradas en el PNSAV durante el 2006-7.

Se registró en el recorrido de plataforma un IAR de 7.05 embarcaciones·h⁻¹; las más abundantes durante todo el año fueron las pesqueras y las menos abundantes son las de categoría descanso y las desconocidas (Figura 19).

En el recorrido de plataforma de este primer año (2006-7), se encontraron diferencias significativas en el total de embarcaciones por temporada ($p= 0.03$, Tabla VIII). Particularmente las embarcaciones mayores también presentaron diferencias, aunque el valor de $p= 0.05$ fue marginalmente significativo. En ambas variables, según los resultados de las comparaciones pareadas, la temporada que marcó la diferencia fue lluvias (Tabla VIII).

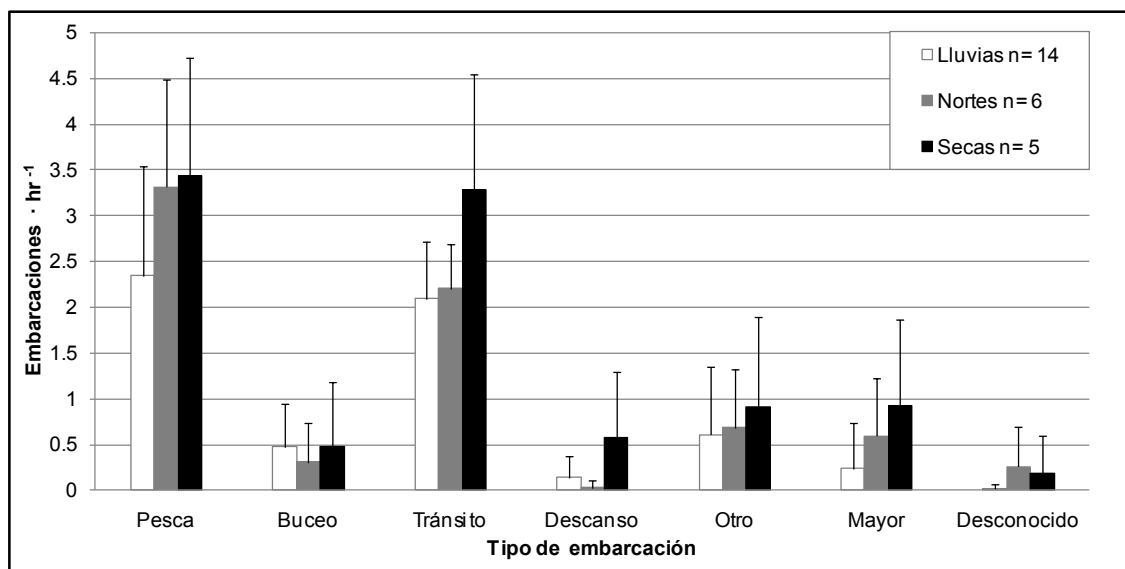


Figura 19. Índice de abundancia relativa por tipo de embarcación, por temporada, para el recorrido plataforma 2006-7. El tamaño de muestra (n) es el número de días navegados por temporada.

Tabla VIII. Comparación de la abundancia relativa por tipo de embarcación en la zona de plataforma para 2006-7. * Valor significativo. K-W= Kruskal-Wallis (estadístico H).

	2006-7				
	n: Lluvias= 14, Nortes= 6, Secas= 5				
	Índice de abundancia relativa (IAR)			K-W	
	Lluvias	Nortes	Secas	H	p
Pesca	2.3	3.3	3.4	3.88	0.14
Buceo	0.4	0.3	0.4	0.80	0.66
Tránsito	2	2.2	3.2	0.38	0.14
Descanso	0.1	0.03	0.5	3.5	0.17
Otro	0.6	0.6	0.9	0.63	0.72
Mayor	0.2	0.5	0.9	5.77	0.05*
Desconocido	0.01	0.2	0.1	2.49	0.28
Total de Embarcaciones	5.9	7.4	9.8	6.45	0.03*

En la costa el IAR del total de embarcaciones fue de $15.42 \text{ embarcaciones} \cdot \text{h}^{-1}$. Al igual que en plataforma, las embarcaciones más abundantes durante todo el año fueron las de pesca, y principalmente durante la temporada de lluvias (9.5h^{-1}), ya que durante nortes y secas, las más comunes fueron las que estaban en tránsito ($10.4 \cdot \text{h}^{-1}$ y $5.8 \cdot \text{h}^{-1}$) (Figura 20). Precisamente estos dos tipos de embarcaciones tuvieron diferencias significativas entre temporadas (Tabla IX). Para la categoría de embarcaciones pesqueras la diferencia la marcó la temporada de secas ($p < 0.05$), mientras que en la temporada de lluvias fueron las embarcaciones en tránsito ($p < 0.05$; Tabla IX).

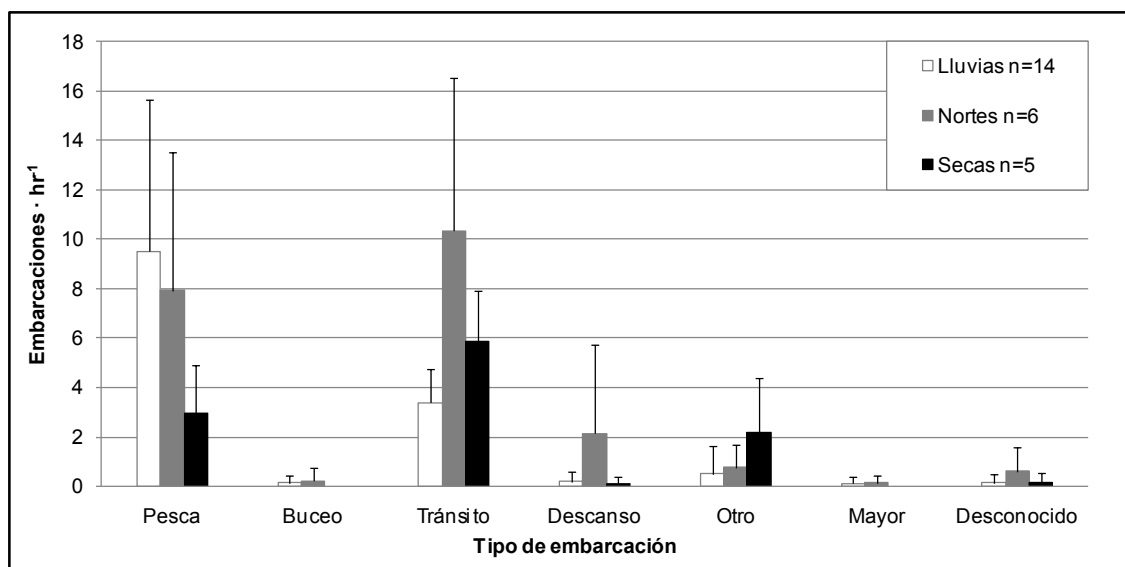


Figura 20. Índice de abundancia relativa por tipo de embarcación, por temporada, para el recorrido costero 2006-7. El tamaño de muestra (n) es el número de días navegados por temporada.

Tabla IX. Comparación de la abundancia relativa por tipo de embarcación en la zona costera para 2006-7. * Valor significativo. K-W= Kruskal-Wallis (estadístico H), M-W= Mann-Whitney (estadístico U).

2006-7					
n: Lluvias= 14, Nortes= 6, Secas= 5					
	Índice de abundancia relativa (IAR)			K-W ó M-W	
	Lluvias	Nortes	Secas	H ó U	p
Pesca	9.5	7.9	2.9	7.6	0.02*
Buceo	0.1	0.2	0	40	0.90
Tránsito	3.3	10.4	5.8	12.3	0.002*
Descanso	0.2	2.1	0.17	2.5	0.28
Otro	0.5	0.7	2.1	3.3	0.18
Mayor	0.1	0.1	0	41.5	0.96
Desconocido	0.1	0.6	0.1	1.42	0.49
Total de Embarcaciones	14	22.1	11.2	3.1	0.2

Muestreo del 2007-8

Se observaron 448 embarcaciones en ambos tipos de recorridos, donde las más abundantes durante todo el año fueron las pesqueras (201), seguidas de las embarcaciones en tránsito con un total de 182, y las embarcaciones con clasificación Otro fueron 31, las categorías restantes fueron menores (descanso con 12, mayores con 6 y desconocidas 6 registros) (Figura 21).

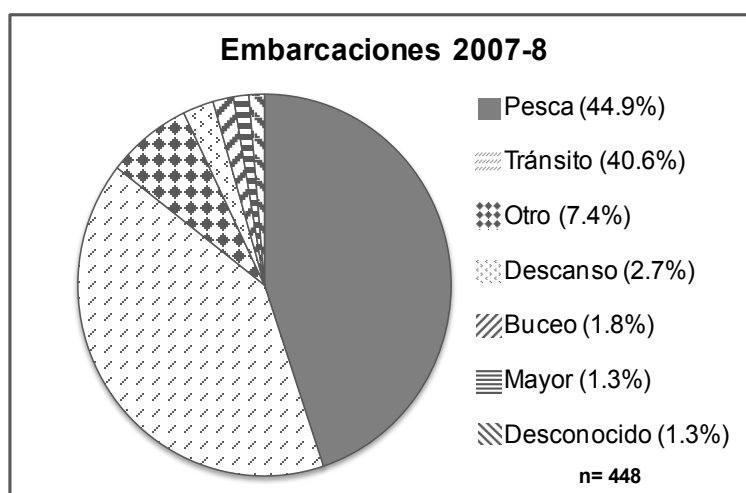


Figura 21. Proporción de los tipos de embarcaciones registradas en el PNSAV durante el 2007-8.

El número de recorridos para el 2007-8 fue menor que el año anterior (9 vs. 25, Tabla I), pero la tendencia en el IAR es muy similar durante el recorrido de plataforma, ya que se registraron $7.65 \text{ embarcaciones} \cdot \text{h}^{-1}$ ($7.05 \text{ embarcaciones} \cdot \text{h}^{-1}$ en 2006-7). Al comparar cada categoría de embarcaciones entre temporadas ninguna tuvo diferencias significativas en el IAR entre temporadas durante este año (Figura 22 y Tabla X).

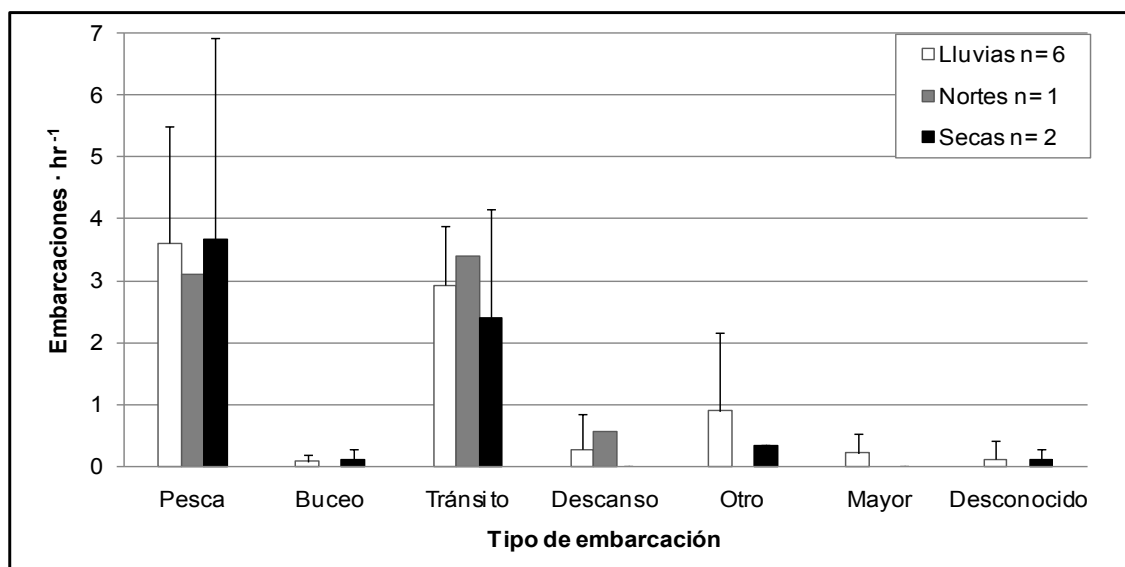


Figura 22. Índice de abundancia relativa por tipo de embarcación, por temporada, para el recorrido plataforma 2007-8. El tamaño de muestra (n) es el número de días navegados por temporada.

Tabla X. Comparación de la abundancia relativa por tipo de embarcación en la zona de plataforma para el 2007-8. K-W= Kruskal-Wallis (estadístico H), M-W= Mann-Whitney (estadístico U).

	2007-8				
	n: Lluvias= 6, Nortes= 1, Secas= 2				
	Índice de abundancia relativa (IAR)			K-W ó M-W	
	Lluvias	Nortes	Secas	H ó U	p
Pesca	3.6	3.11	3.6	0	1
Buceo	0.07	0	0.11	5	0.85
Tránsito	2.92	3.39	2.39	0.42	0.80
Descanso	0.26	0.56	0	0	1
Otro	0.89	0	0.34	5	0.85
Mayor	0.22	0	0	-	-
Desconocido	0.11	0	0.11	4	0.64
Total de Embarcaciones	8.11	7.07	6.64	0.6	0.74

Durante el recorrido de costa de 2007-8 se obtuvo un IAR de 14.20 embarcaciones·h⁻¹. Por temporadas la tendencia fue muy similar al primer año de muestreo (2006-7); es decir, las embarcaciones de pesca fueron más abundantes durante todo el año (Figura 23 y Tabla XI). Al comparar la abundancia relativa entre las temporadas para cada una de las categorías de embarcaciones no se encontraron diferencias significativas (Tabla XI).

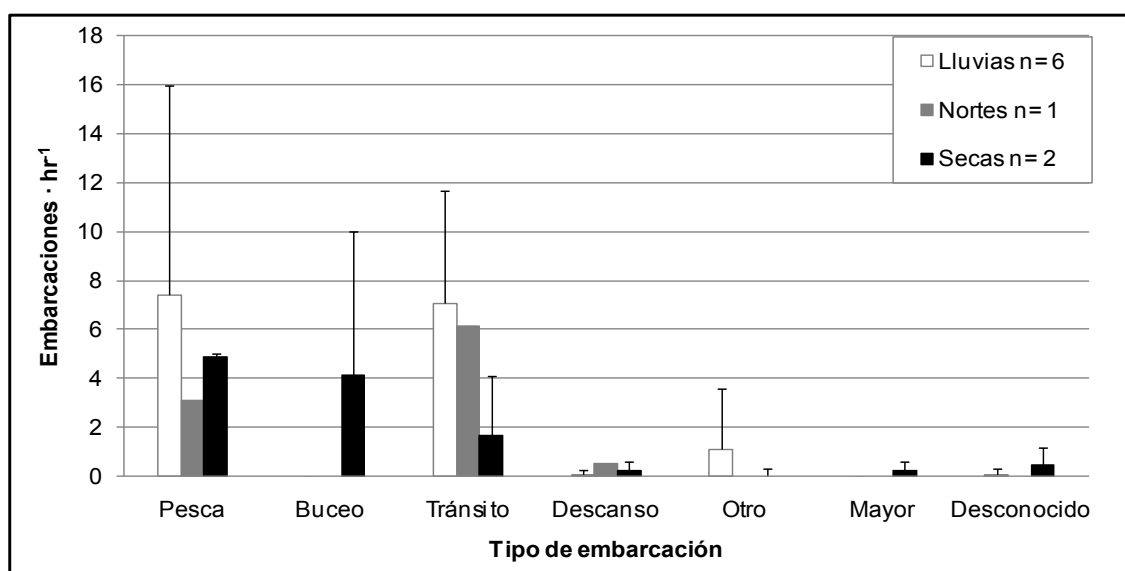


Figura 23. Índice de abundancia relativa por tipo de embarcación, por temporada, para el recorrido costero 2007-8. El tamaño de muestra (n) es el número de días navegados por temporada.

Tabla XI. Comparación de la abundancia relativa por tipo de embarcación en la zona costera durante 2007-8. K-W= Kruskal-Wallis (estadístico H), M-W= Mann-Whitney (estadístico U).

	2007-8				
	n: Lluvias= 6, Nortes= 1, Secas= 2				
	Índice de abundancia relativa (IAR)			K-W ó M-W	
	Lluvias	Nortes	Secas	H ó U	p
Pesca	7.4	3	4.9	0.2	0.9
Buceo	0	0	4.1	-	-
Tránsito	7	6.1	1.6	3	0.21
Descanso	0.07	0.5	0.2	4.1	0.12
Otro	1.1	0	0	-	-
Mayor	0	0	0.2	-	-
Desconocido	0.09	0	0.4	3.5	0.42
Total de Embarcaciones	15.7	9.74	11.7	0.2	0.9

Comparación de la temporada de lluvias entre 2006-7 vs. 2007-8

Al comparar la abundancia relativa de las embarcaciones de los recorridos de plataforma para las temporadas de lluvias de ambos años de muestreo, se observaron diferencias significativas en le IAR solamente en las que realizaban buceo (M-W; U= 16, $p= 0.03$; $n_{2006-7}= 14$, $n_{2007-8}= 6$). En la zona de costa, las embarcaciones que se encontraron en tránsito fueron las únicas con diferencias anuales en su abundancia relativa (M-W; U= 16, $p= 0.03$, $n_{2006-7}= 14$, $n_{2007-8}= 6$).

III.3c. Artes de pesca

Muestreo del 2006-7

Se observaron a lo largo del primer año un total de 201 operaciones pesqueras, las cuales se clasificaron conforme al tipo de arte de pesca (Figura 24).

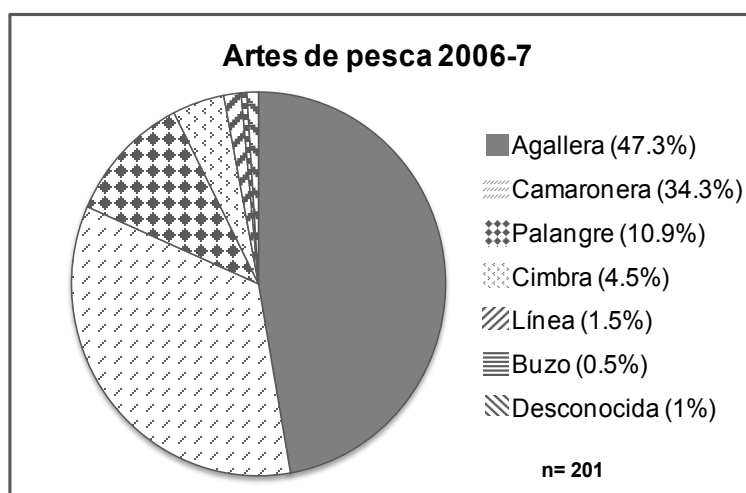


Figura 24. Proporción de los tipos de artes de pesca en operación registradas en el PNSAV durante el 2006-7.

En la zona de plataforma se encontraron 0.91 operaciones pesqueras·h⁻¹ a lo largo del año. Las que más se registraron fueron la red agallera y el palangre (Figura 24), la red agallera obtuvo un IAR de $0.2·h^{-1}$ durante todo el año, y fue más frecuente en nortes que el resto de los tipos de artes de pesca, mientras que en la temporada de lluvias el palangre fue el más abundante (IAR= $0.1·h^{-1}$, Figura 25). En la comparación de cada una de las categorías entre temporadas se obtuvo que la red agallera fue la única que varió significativamente entre temporadas ($p=0.03$), tal variación se presentó en lluvias, donde su IAR fue mucho menor. Para ninguna de las artes restantes se encontraron diferencias significativas entre temporadas (Tabla XII).

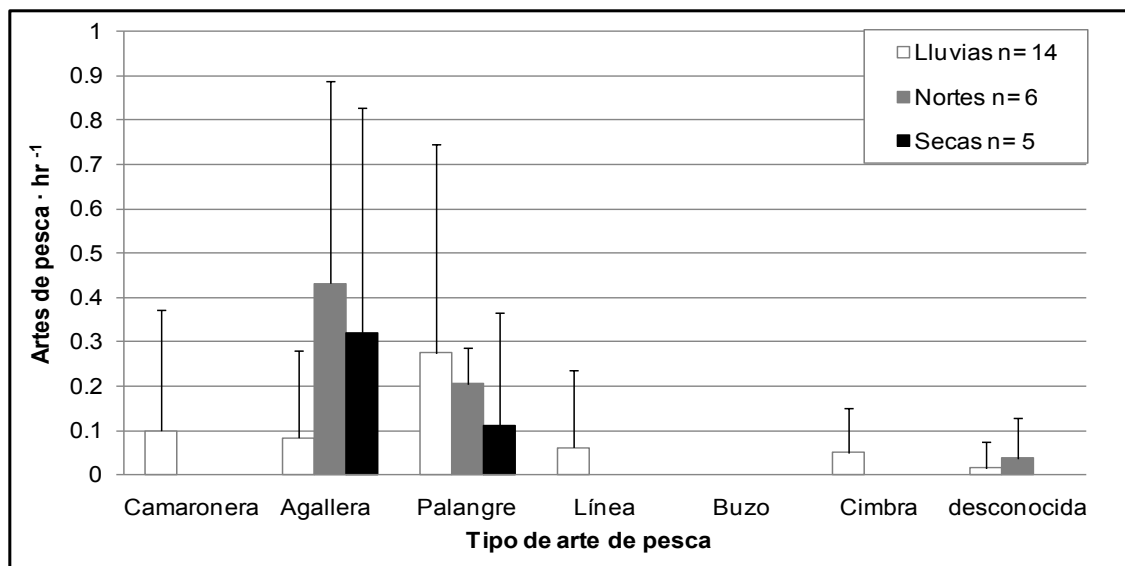


Figura 25. Índice de abundancia relativa por tipo de arte de pesca por temporada, para el recorrido tipo plataforma 2006-7. El tamaño de muestra (n) es el número de días navegados por temporada.

Tabla XII. Comparación de la abundancia relativa por tipo de arte de pesca en la zona de plataforma para el 2006-7.* Valor significativo. K-W= Kruskal-Wallis (estadístico H), M-W= Mann-Whitney (estadístico U).

	2007-8				
	n: Lluvias= 6, Nortes= 1, Secas= 2				
	Índice de abundancia relativa (IAR)			K-W ó M-W	
	Lluvias	Nortes	Secas	H ó U	p
Camaronera	0.09	0	0	-	-
Agallera	0.08	0.43	0.32	6.81	0.03*
Palangre	0.27	0.03	0.11	0.74	0.67
Línea	0.06	0	0	-	-
Cimbra	0.05	0	0	-	-
Desconocido	0.01	0.03	0	37.5	0.71
Total de Artes de Pesca	0.58	0.50	0.43	0.5	0.77

En el recorrido costero para este mismo año (2006-7) los tipos de artes de pesca más abundante durante todo el año fueron las redes camaronera y agallera ($1.24 \text{ camaroneras} \cdot \text{h}^{-1}$ y $1.32 \text{ agalleras} \cdot \text{h}^{-1}$) (Figura 26). El IAR para los demás tipos de artes de pesca fue variable; cabe destacar que el palangre sólo fue observado en la temporada de lluvias. Únicamente la red camaronera obtuvo diferencias significativas en la abundancia entre temporadas ($p= 0.007$), la diferencia fue marcada por la temporada de lluvias, donde fue más frecuente su observación (Tabla XIII).

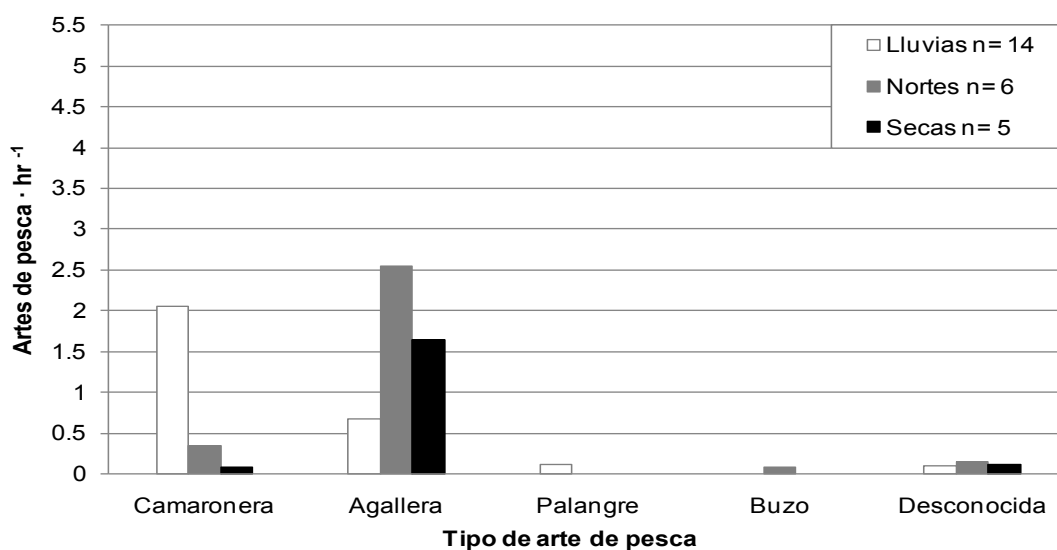


Figura 26. Índice de abundancia relativa para cada tipo de arte de pesca por temporada, para el recorrido tipo costa 2006-7. El tamaño de muestra (n) es el número de días navegados por temporada.

Tabla XIII. Comparación de la abundancia relativa por tipo de arte de pesca en la zona costera durante 2006-7. * Valor significativo de p. K-W= Kruskal-Wallis (estadístico H).

	2006-7				
	n: Lluvias= 14, Nortes= 6, Secas= 5				
	Índice de abundancia relativa (IAR)			K-W	
	Lluvias	Nortes	Secas	H	p
Camaronera	2.05	0.33	0.08	9.93	0.007*
Agallera	0.68	2.55	1.64	5.14	0.07
Palangre	0.11	0	0	-	-
Buzo	0	0.08	0	-	-
Desconocido	0.10	0.14	0.12	0.62	0.73
Total de Artes de Pesca	2.9	3.1	1.8	1.18	0.55

Muestreo del 2007-8

De manera general para el segundo año (2007-8) se reporta un total de 77 operaciones de pesca de las cuáles el tipo de arte de pesca más abundante fue la red camaronera. Para este año no se registraron buzos (arte de pesca arpón ó gancho) (Figura 27).

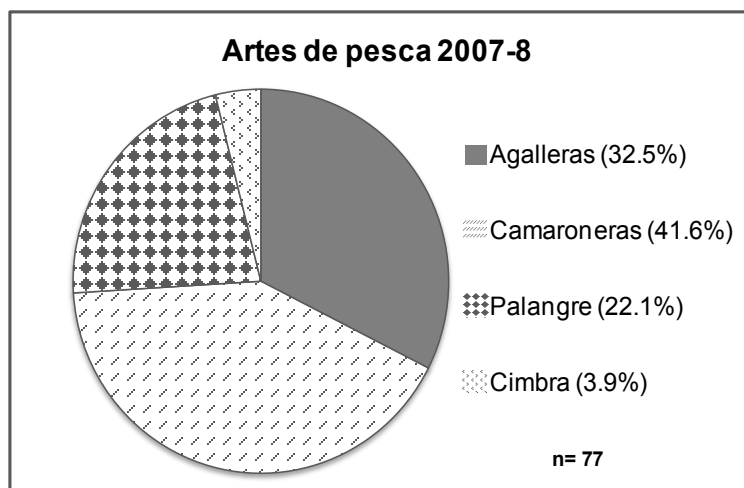


Figura 27. Proporción de los tipos de artes de pesca en operación registradas en el PNSAV durante el 2007-8.

En el recorrido tipo plataforma, los registros de las operaciones pesqueras solamente se tuvieron en dos temporadas (Figura 28). Sin embargo, cuando se comparó el IAR, ningún tipo de arte de pesca en operación mostró diferencias significativas entre temporada (Tabla XIV).

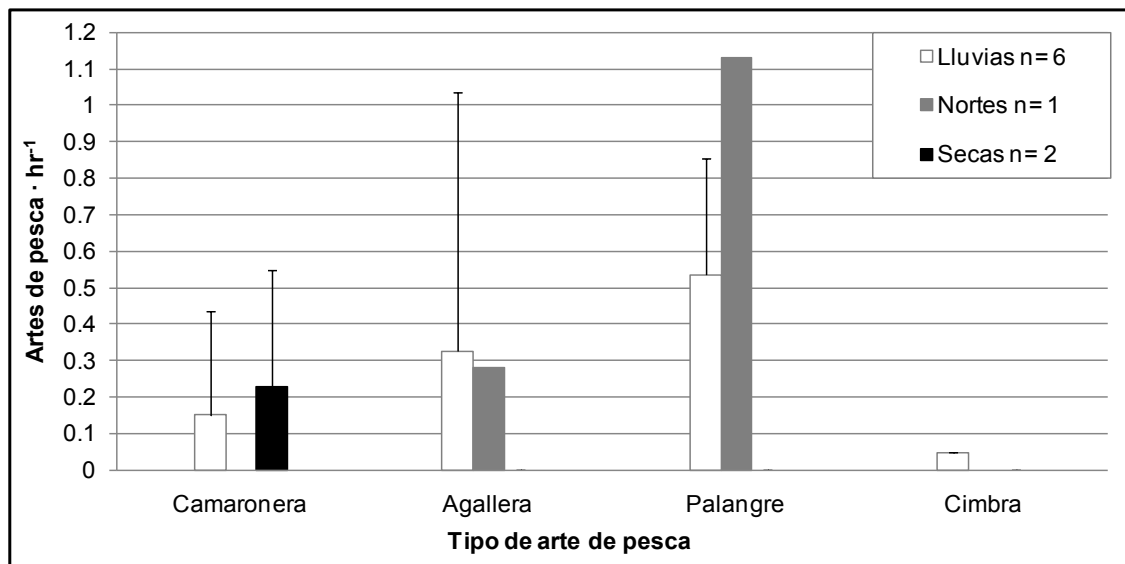


Figura 28. Índice de abundancia relativa para cada tipo de arte de pesca por temporada, para el recorrido tipo plataforma 2007-8. El tamaño de muestra (n) es el número de días navegados por temporada.

Tabla XIV. Prueba de significancia (K-W) para la abundancia relativa por tipo de arte de pesca en la zona de plataforma durante 2007-8. K-W= Kruskal-Wallis (estadístico H), M-W= Mann-Whitney (estadístico U).

2007-8					
n: Lluvias=6, Nortes=1, Secas=2					
	Índice de abundancia relativa (IAR)			K-W ó M-W	
	Lluvias	Nortes	Secas	H ó U	p
Cameronera	0.15	0	0.22	5	0.85
Agallera	0.32	0.28	0	0	1.00
Palangre	0.53	1.13	0	0	1.00
Cimbra	0.04	0	0	-	-
Total de Artes de Pesca	1.06	1.41	0.22	2.4	0.3

En el recorrido costero para este mismo año (2007-8) se registraron cuatro tipos de artes de pesca (camaroneras, agalleras, palangre y desconocida); de éstas, la red camaronera fue empleada con mayor frecuencia, particularmente durante lluvias y secas. Las redes agalleras también fueron altamente utilizadas durante las tres temporadas (Figura 29). En este caso, tampoco se registraron diferencias significativas en la abundancia relativa de ningún arte de pesca a lo largo del año (Tabla XV).

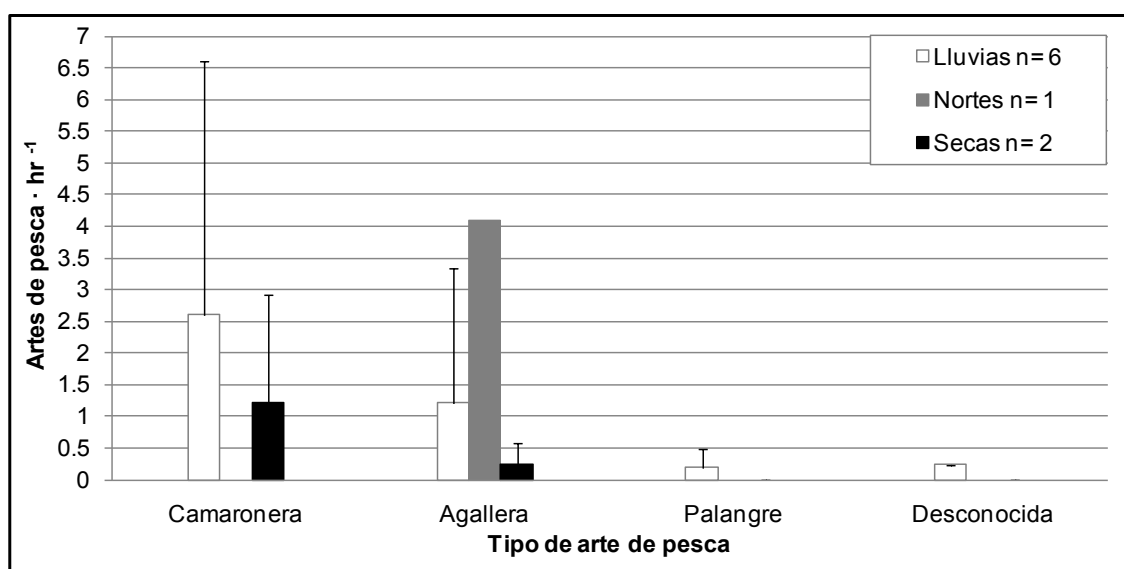


Figura 29. Índice de abundancia relativa para cada tipo de arte de pesca por temporada, para el recorrido tipo costa 2007-8. El tamaño de muestra (n) es el número de días navegados por temporada.

Tabla XV. Comparación de la abundancia relativa por tipo de arte de pesca en la zona de costa durante 2007-8. K-W= Kruskal-Wallis (estadístico H), M-W= Mann-Whitney (estadístico U).

	2007-8				
	n: Lluvias= 6, Nortes= 1, Secas= 2				
	Índice de abundancia relativa (IAR)			K-W ó M-W	
	Lluvias	Nortes	Secas	H ó U	p
Camaronera	2.60	0	1.20	5.5	0.85
Agallera	1.20	4.10	0.24	1.76	0.41
Palangre	0.19	0	0	-	-
Desconocido	0.24	0	0	-	-
Total de Artes de Pesca	4.24	4.10	1.45	1.04	0.59

Comparación de la temporada de lluvias entre 2006-7 vs. 2007-8

Al comparar únicamente la temporada de lluvias para la abundancia relativa de los tipos de artes de pesca, no se encontraron diferencias significativas entre años (zona de plataforma: M-W; U= 30, $p= 0.35$ y en la zona de costa: M-W; U= 36, $p= 0.65$; $n_{2006-7}= 14$, $n_{2007-8}= 6$).

III. 4. Correlación entre tursiones, embarcaciones y artes de pesca en 2006-7

El análisis para los recorridos de plataforma durante el año 2006-7 dio como resultado la ausencia de correlación estadística entre la abundancia relativa de tursiones (total, adultos, jóvenes, crías) y los tipos de embarcaciones (Tabla XVI), con excepción de las embarcaciones tipo Otro, de las cuáles se obtuvo una correlación positiva con el grupo de jóvenes de *T. truncatus* ($R= 0.41$, $p= 0.03$) y la clasificada como embarcación Desconocida, la cuál es marginalmente significativa de forma negativa ($R= -0.38$, $p= 0.05$).

Tabla XVI. Correlación estadística entre la abundancia relativa de los tipos de embarcaciones y grupos de edad del tursi3n en la zona de plataforma durante el a3o 2006-7. R= coeficiente de correlaci3n de Spearman. * Valor significativo.

Variables n= 25	Total de tursiones		Adultos		J3venes		Crías	
	R	p	R	p	R	p	R	p
Pesca	-0.11	0.58	-0.05	0.78	0.02	0.91	0.08	0.69
Buceo	0.008	0.96	0.03	0.87	-0.07	0.73	-0.05	0.8
Tránsito	-0.15	0.44	-0.21	0.29	0.08	0.69	-0.24	0.23
Descanso	0.21	0.29	0.08	0.7	0.27	0.17	-0.22	0.27
Otro	0.22	0.27	0.21	0.31	0.41	0.03*	-0.02	0.9
Mayor	0.04	0.84	0.13	0.51	-0.05	0.79	-0.21	0.29
Desconocido	-0.13	0.52	-0.07	0.73	-0.38	0.05*	-0.05	0.78
Total de embarcaciones	-0.01	0.94	0.002	0.99	0.12	0.54	-0.11	0.56

La abundancia relativa de tursiones (total, adultos, jóvenes, crías) vs. operaciones de pesca por tipo (total, camaronera, agallera, palangre, línea, cimbra y desconocida), no resultó significativa para ninguna de las categorías de acuerdo con la prueba estadística aplicada (Tabla XVII).

Tabla XVII. Correlación estadística entre la abundancia relativa del tipo de arte de pesca y grupos de edad del tursi3n en la zona de plataforma (n= 25) durante el a3o 2006-7. R= coeficiente de correlaci3n de Spearman.

Variables	Total de tursiones		Adultos		J3venes		Crías	
	R	p	R	p	R	p	R	p
Camaronera	-0.15	0.46	-0.31	0.12	0.03	0.88	-0.18	0.38
Agallera	-0.24	0.23	-0.2	0.32	-0.13	0.53	-0.32	0.1
Palangre	0.12	0.53	0.01	0.93	0.2	0.31	0.07	0.72
Línea	-0.05	0.79	-0.06	0.76	0.09	0.65	0.15	0.46
Cimbra	0.14	0.47	0.14	0.5	0.01	0.97	0.33	0.1
Desconocida	0.04	0.82	0.05	0.78	-0.26	0.2	0.12	0.53
Total de artes de pesca	-0.13	0.51	-0.22	0.27	-0.01	0.92	-0.1	0.63

En cuanto a la relaci3n de los diferentes tipos de embarcaciones y artes de pesca en el recorrido de plataforma para el primer a3o de muestreo (2006-7), el total de embarcaciones est3 marginalmente relacionado de manera positiva con las redes agalleras ($p= 0.05$) (Tabla XVIII). Por otro lado el total de embarcaciones present3 una correlaci3n negativa con las artes de pesca desconocidas ($R= -0.44$, $p= 0.02$). Las embarcaciones que se encontraban en tr3nsito presentaron una correlaci3n alta y positiva con el total de artes de pesca ($R= 0.43$, $p= 0.03$). Finalmente, las embarcaciones con categoría de descanso se correlacionaron positivamente con las artes de pesca camaronera; sin embargo dicha correlaci3n fue marginal ($R= 0.38$, $p= 0.05$). Ninguna de las categorías restantes se correlacion3 positiva o negativamente (Tabla XVIII).

Tabla XVIII. Correlación estadística entre la abundancia relativa de los tipos de embarcaciones y artes de pesca en la zona de plataforma (n= 25) durante el año 2006-7. R= coeficiente de correlación de Spearman. * Valor significativo.

Variables	Total de artes de pesca		Camaronera		Agallera		Palangre		Linea		Cimbra		Desconocida	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
Pesca	-0.1	0.6	-0.34	0.09	0.35	0.08	-0.22	0.28	0.3	0.13	-0.16	0.44	-0.36	0.07
Buceo	-0.02	0.91	-0.08	0.69	0.01	0.95	0.16	0.42	-0.33	0.1	-0.2	0.33	-0.21	0.3
Tránsito	0.43	0.03*	0.23	0.26	0.28	0.16	0.02	0.92	0.1	0.61	-0.01	0.93	-0.34	0.09
Descanso	0.2	0.31	0.38	0.05*	-0.01	0.97	0.26	0.19	-0.21	0.3	0.01	0.92	-0.21	0.3
Otro	0.26	0.2	-0.07	0.71	0.37	0.06	0.17	0.39	-0.003	0.98	-0.08	0.67	-0.37	0.06
Mayor	0.11	0.58	0	1	0.34	0.08	0.008	0.96	-0.28	0.17	-0.12	0.54	-0.28	0.17
Desconocido	0.11	0.57	-0.12	0.54	0.35	0.08	-0.01	0.93	-0.12	0.54	0.1	0.6	0.2	0.31
Total de embarcaciones	0.18	0.37	-0.11	0.59	0.39	0.05*	0.01	0.92	-0.001	0.99	-0.11	0.57	-0.44	0.02*

En cuanto al recorrido costero, se observó correlación positiva solamente entre el tipo de embarcación mayor y el total de tursiones, así como cada uno de los grupos de edad. El resto de las categorías de embarcaciones no presentó correlación con ningún grupo de edad de tursiones (Tabla XIX).

Tabla XIX. Correlación estadística entre la abundancia relativa del tipo de embarcación y grupos de edad del tursión en la zona de costa (n= 25) durante el año 2006-7. R= coeficiente de correlación de Spearman. * Valor significativo.

Variables	Total de tursiones		Adultos		Jóvenes		Crías	
	R	p	R	p	R	p	R	p
Pesca	-0.18	0.37	-0.2	0.31	-0.1	0.63	-0.07	0.72
Buceo	-0.2	0.32	-0.2	0.32	-0.18	0.38	-0.16	0.44
Tránsito	0.15	0.45	0.14	0.49	0.14	0.49	0.18	0.38
Descanso	0.19	0.35	0.2	0.31	0.09	0.65	-0.07	0.72
Otro	0.01	0.94	0.01	0.95	-0.001	0.99	-0.11	0.58
Mayor	0.56	0.003*	0.55	0.003*	0.58	0.002*	0.44	0.02*
Desconocido	-0.27	0.18	-0.27	0.18	-0.24	0.23	-0.21	0.3
Total de embarcaciones	-0.2	0.32	-0.22	0.28	-0.14	0.48	-0.11	0.57

El índice de abundancia relativa de los tipos de artes de pesca para éste recorrido, no se correlacionó con el IAR de tursiones; solamente la categoría buzo (pesquería que se lleva a cabo con arpón o gancho) presentó una correlación positiva con la abundancia relativa de los grupos jóvenes y crías (Tabla XX).

Tabla XX. Correlación estadística entre la abundancia relativa del tipo de arte de pesca y grupos de edad del tursión en la zona de costa (n=25) durante el año 2006-7. R= coeficiente de correlación de Spearman.* Valor significativo.

Variables	Total de tursiones		Adultos		Jóvenes		Crías	
	R	p	R	p	R	p	R	p
Camaronera	-0.02	0.91	-0.03	0.88	-0.15	0.46	-0.15	0.44
Agallera	-0.22	0.27	-0.24	0.24	-0.19	0.34	-0.13	0.52
Palangre	0.11	0.56	0.11	0.56	-0.14	0.48	-0.12	0.54
Buzo	0.33	0.09	0.3	0.14	0.48	0.01*	0.48	0.01*
Desconocida	-0.27	0.18	-0.27	0.18	-0.24	0.23	-0.21	0.3
Total de artes de pesca	-0.16	0.44	-0.18	0.37	-0.23	0.25	-0.14	0.49

También se encontró que la abundancia relativa del total de embarcaciones está correlacionada de manera positiva con la red agallera ($R= 0.42$, $p= 0.03$). Se encontró también una correlación estadística significativa entre las embarcaciones pesqueras y las redes camaroneras ($R= 0.47$, $p= 0.01$) y el tipo de embarcaciones en tránsito se correlacionaron positivamente con las redes agalleras ($R= 0.54$, $p= 0.004$) (Tabla XXI).

Tabla XXI. Correlación estadística entre la abundancia relativa de los tipos de embarcaciones y artes de pesca en la zona de costa (n= 25) durante el año 2006-7. R= coeficiente de correlación de Spearman.* Valor significativo.

Variables	Total de artes de pesca		Camaronera		Agallera		Palangre		Buzo		Desconocida	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
Pesca	0.29	0.14	0.47	0.01*	0.05	0.77	-0.08	0.68	0.19	0.34	-0.07	0.72
Buceo	-0.14	0.49	-0.04	0.82	-0.13	0.51	-0.1	0.6	-0.07	0.72	0.17	0.41
Tránsito	0.2	0.32	-0.23	0.26	0.54	0.004*	-0.09	0.66	0.25	0.21	0.14	0.48
Descanso	0.03	0.87	-0.06	0.75	0.03	0.86	0.12	0.54	-0.12	0.55	0.08	0.68
Otro	0.01	0.94	-0.19	0.35	0.25	0.21	0.04	0.83	0.28	0.17	0.1	0.62
Mayor	-0.3	0.14	0.02	0.9	-0.37	0.06	-0.12	0.54	-0.08	0.67	-0.21	0.3
Desconocido	0.18	0.37	-0.08	0.67	0.25	0.21	-0.14	0.48	-0.1	0.63	0.27	0.17
Total de embarcaciones	0.36	0.06	0.13	0.52	0.42	0.03*	-0.17	0.39	-0.22	0.27	0.18	0.37

III. 5. Correlación entre tursiones, embarcaciones y artes de pesca para 2007-8

El análisis de plataforma para el año 2007-8, mostró que las embarcaciones de pesca presentaron una correlación negativa con los tursiones (total, adultos, jóvenes y crías). No se obtuvo ningún tipo de correlación entre las categorías restantes de embarcaciones y grupos de edad del tursión (Tabla XXII).

Tabla XXII. Correlación estadística entre la abundancia relativa del tipo de embarcación y grupos de edad del tursión en la zona de plataforma (n=9) durante el año 2007-8. R= coeficiente de correlación de Spearman. * Valor significativo.

Variables	Total de tursiones		Adultos		Jóvenes		Crías	
	R	P	R	p	R	p	R	p
Pesca	-0.68	0.04*	-0.68	0.04*	-0.68	0.04*	-0.66	0.05*
Buceo	-0.18	0.62	-0.87	0.33	-0.19	0.63	-0.11	0.79
Tránsito	-0.09	0.79	-0.09	0.79	-0.10	0.80	-0.02	0.96
Descanso	-0.18	0.62	-0.87	0.33	-0.19	0.63	-0.11	0.79
Otro	0.06	0.86	-0.50	0.67	0.07	0.86	0.03	0.95
Mayor	0.39	0.29	0.50	0.67	0.39	0.29	0.48	0.19
Desconocido	0.38	0.31	0.87	0.33	0.38	0.31	0.38	0.31
Total de embarcaciones	-0.61	0.07	-0.61	0.07	-0.61	0.07	-0.57	0.10

El análisis de la abundancia relativa de los grupos de edad de tursiones y tipos de artes de pesca en 2007-8 no indicó correlación estadística entre ninguna de éstas variables (Tabla XXIII).

Tabla XXIII. Correlación estadística entre la abundancia relativa del tipo de arte de pesca y grupos de edad del tursión en la zona de plataforma (n= 9) durante el año 2007-8. R= coeficiente de correlación de Spearman.

Variables	Total de tursiones		Adultos		Jóvenes		Crías	
	R	p	R	p	R	p	R	p
Camaronera	-0.18	0.62	-0.86	0.33	-0.18	0.62	-0.1	0.78
Agallera	0.52	0.14	0.5	0.66	0.52	0.14	0.60	0.08
Palangre	0.18	0.62	0.18	0.62	0.18	0.62	0.14	0.7
Cimbra	-0.24	0.52	-0.24	0.52	-0.24	0.52	-0.24	0.52
Total de artes de pesca	0.25	0.50	0.25	0.50	0.25	0.5	0.29	0.43

En cuanto al resultado del análisis de correlación entre los tipos de artes de pesca y embarcaciones, se obtuvo una correlación significativa entre las embarcaciones de buceo y con clasificación otro y el total de artes de pesca (Tabla XXIV).

Tabla XXIV. Correlación estadística entre la abundancia relativa de los tipos de embarcaciones y artes de pesca en la zona de plataforma (n= 9) durante el año 2007-8. R= coeficiente de correlación de Spearman.

Variables	Total de artes de pesca		Camaronera		Agallera		Palangre		Cimbra	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
Pesca	-0.23	0.54	-0.11	0.76	-0.5	0.16	-0.05	0.89	0.54	0.12
Buceo	-0.68	0.04*	-0.18	0.62	-0.18	0.62	-0.56	0.11	-0.24	0.52
Tránsito	-0.08	0.83	0.38	0.3	0.07	0.83	-0.13	0.73	-0.41	0.27
Descanso	0.5	0.16	0.52	0.14	0.28	0.45	0.43	0.23	-0.24	0.52
Otro	-0.71	0.03*	-0.16	0.68	-0.44	0.23	-0.42	0.25	-0.35	0.34
Mayor	0.02	0.93	-0.18	0.62	0.39	0.29	0.01	0.95	-0.24	0.52
Desconocido	0.09	0.81	-0.36	0.33	0.37	0.31	0.02	0.95	-0.18	0.62
Total de embarcaciones	-0.21	0.57	-0.12	0.74	-0.60	0.08	0.1	0.78	0.27	0.47

Para el segundo año (2007-8) no se encontró correlación entre las variables (tipos de embarcaciones y grupos de edad de tursiones), con excepción del IAR de embarcaciones en tránsito y las crías de tursiones (Tabla XXV).

Tabla XXV. Correlación estadística entre la abundancia relativa del tipo de embarcación y grupos de edad del tursión en la zona de costa (n= 9) durante el año 2007-8. R= coeficiente de correlación de Spearman. * Valor significativo.

Variable	Total de tursiones		Adultos		Jóvenes		Crías	
	R	p	R	p	R	p	R	p
Pesca	0.2	0.59	0.12	0.74	0.2	0.59	-0.06	0.86
Buceo	0.48	0.18	0.32	0.39	0.48	0.18	-0.18	0.62
Tránsito	0.24	0.52	0.4	0.27	0.24	0.52	0.73	0.02*
Descanso	-0.47	0.19	-0.47	0.19	-0.47	0.19	-0.36	0.33
Otro	0.1	0.78	0.24	0.52	0.1	0.78	0.5	0.17
Mayor	-0.24	0.52	-0.24	0.52	-0.24	0.52	-0.18	0.62
Desconocido	-0.36	0.33	-0.36	0.33	-0.36	0.33	-0.28	0.46
Total de embarcaciones	0.51	0.15	0.55	0.12	0.51	0.15	0.52	0.14

En los recorridos tipo costa del segundo año (2007-8) no se encontró ninguna correlación entre la abundancia relativa por tipo de arte de pesca y los grupos de edad del tursión (Tabla XXVI). Cabe recordar que en este año la mayor cantidad de datos son registros de la temporada de lluvias.

Tabla XXVI. Correlación entre la abundancia relativa del tipo de arte de pesca y grupos de edad del tursión en la zona de costa (n= 9) durante el año 2007-8. R= coeficiente de correlación de Spearman.

Variable	Total de tursiones		Adultos		Jóvenes		Crías	
	R	p	R	p	R	p	R	p
Camaronera	-0.35	0.34	-0.29	0.44	-0.35	0.34	-0.07	0.84
Agallera	-0.37	0.32	-0.27	0.46	-0.37	0.32	0	1.00
Palangre	0.1	0.78	0.24	0.52	0.1	0.78	0.5	0.17
Desconocida	-0.36	0.33	-0.36	0.33	-0.36	0.33	-0.28	0.46
Total de artes de pesca	-0.44	0.23	-0.37	0.32	-0.44	0.23	-0.11	0.76

Finalmente, tampoco se obtuvo correlación estadística entre la abundancia relativa de los diferentes tipos de embarcaciones y artes para el recorrido costero durante el segundo año de muestreo (2007-8) (Tabla XXVII).

Tabla XXVII. Correlación estadística entre la abundancia relativa de los tipos de embarcaciones y artes de pesca en la zona de costa (n= 9) durante el año 2007-8. R= coeficiente de correlación de Spearman.

Variables	Total de artes de pesca		Camaronera		Agallera		Palangre		Desconocido	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
Pesca	0.38	0.3	0.45	0.21	0.24	0.52	-0.15	0.68	0.63	0.06
Buceo	-0.35	0.34	-0.3	0.43	-0.35	0.34	-0.18	0.62	-0.18	0.62
Tránsito	0.17	0.65	0.01	0.96	0.36	0.33	0.18	0.63	-0.04	0.9
Descanso	0.04	0.9	-0.19	0.6	0.16	0.68	-0.36	0.33	-0.36	0.33
Otro	0.4	0.27	0.42	0.25	0.33	0.38	1	-	0.21	0.57
Mayor	0	1	0.3	0.43	0	1	-0.18	0.62	-0.18	0.62
Desconocido	0.28	0.45	0.55	0.12	0.09	0.8	0.21	0.57	0.21	0.57
Total de embarcaciones	0.26	0.48	0.32	0.38	0.4	0.27	0.06	0.86	0.18	0.63

Discusión

IV. 1. Esfuerzo de campo y abundancia relativa

Hasta antes del presente trabajo, en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), no se habían realizado estudios formales sobre la distribución y abundancia de tursiones, se ignoraba si existe una relación con las operaciones pesqueras y embarcaciones. En el 2006, se realizó un estudio prospectivo, en donde se realizaron 20 navegaciones y se encontró un índice de abundancia relativa de $0.98 \text{ tursiones h}^{-1}$ (Morteo y Hernández-Candelario, 2007). El estudio prospectivo mencionado se complementó con este trabajo, donde se reportan dos años completos (Tabla I). Sin embargo, se encontró una diferencia en el número de navegaciones entre los dos años de estudio (25 navegaciones en 2006-7 y 9 en 2007-8) y esto es una de las principales limitaciones de la investigación. Debido al menor número de navegaciones en el segundo año no pueden ser comparados los dos años. Para ambos años la temporada de lluvias fue la que presentó un mayor número de navegaciones (14 en 2006-7, 6 en 2007-8) por lo que fue la única que pudo ser comparable entre ambos años. Otra de las limitaciones que se consideran importantes fue la ausencia de análisis de variables ambientales, esto se debe a que durante los dos años de muestreo no fue constante el registro de los datos, por lo que no se agregaron al análisis de correlación de tursiones con las variables antropogénicas.

En el PNSAV, que se encuentra aproximadamente en la parte central del Golfo de México, se completó un total de 205 h de esfuerzo durante dos años consecutivos (2006-8) y el IAR reportado fue menor que en las zonas más cercanas ($n= 304$; $IAR= 1.48 \text{ tursiones} \cdot \text{h}^{-1}$, Tabla II). Si comparamos con otros estudios en el estado de Veracruz, se observan algunas diferencias en los IAR. Se ha reportado para Tamiahua, un IAR de $4.4 \text{ tursiones} \cdot \text{h}^{-1}$ durante dos años de esfuerzo (Heckel, 1992; Schramm, 1993). Hacia el sur en la región de Alvarado, Veracruz, Del Castillo-Olvera y Morteo (2008), realizaron 26 navegaciones durante un año (2002-3) y reportaron un IAR de $4.69 \text{ tursiones} \cdot \text{h}^{-1}$. En la misma zona, Morteo (2008), realizó 64 navegaciones en dos años consecutivos (2006-8) de las cuales obtuvo un IAR de $4.96 \text{ tursiones} \cdot \text{h}^{-1}$, muy similar a lo reportado para el 2002-3 (Del Castillo-Olvera y Morteo, 2008). En el estado de Campeche se reporta el índice de abundancia relativa de tursiones más alto a lo largo del Golfo de México ($13.5 \text{ tursiones} \cdot \text{h}^{-1}$) (Guevara-Aguirre *et al.*, 2008). Estos estudios indican que el esfuerzo que se realizó en ellos y el realizado en el presente trabajo es similar, sin embargo los índices de abundancia encontrados para tursiones son distintos.

Una de las principales características que tienen en común las zonas donde se realizaron estos trabajos, es que en cada una de ellas hay aporte fluvial hacia el Golfo de México. En la región norte del estado de Veracruz se encuentra la Laguna de Tamiahua, en el centro el río Jamapa y en el sur la desembocadura del río Papaloapan y la Laguna de Alvarado, y en el estado de Campeche la Laguna de Términos. En general estos afluentes presentan en temporada de lluvias un aporte fluvial importante al golfo, el cuál trae consigo una gran cantidad de nutrientes, lo cual se relaciona directamente con la biomasa y la productividad pesquera (Lara-Domínguez y Yáñez-Arancibia, 1999). Esto es, cuando los nutrientes arrastrados hacia el mar son aprovechados por el plancton, ocurre un crecimiento en biomasa y por lo tanto una mayor cantidad de depredadores, es así

como es favorecido el resto de la cadena trófica (Escobar-Briones, 2004; Hunt, 2006).

Hay otros estudios en los que el esfuerzo fue diferente al del presente, tal es el caso de Barham *et al.* (1980), al norte del Golfo de México, en las costas de Texas, cuyo trabajo constó solamente de 5 navegaciones. Sin embargo, a pesar del menor esfuerzo realizado, el número de tursiones avistados fue mayor (916 tursiones) que en este estudio (304). Miller (1997) realizó 44 navegaciones durante tres años, encontrando un total de 1,894 tursiones, la aparente diferencia en la abundancia de tursiones entre Veracruz y éstas zonas puede deberse al complejo de bahías y lagunas costeras en la costa de Texas y Luisiana, ricas en productividad biológica (Yáñez-Arancibia, 1986 en Pantaleón-López *et al.*, 2005). Lo que sí es común de estas costas y las de Veracruz es la influencia del drenaje de material de agricultura (Texas) y el flujo de nutrientes de los ríos (Mississippi en Luisiana).

Además de los tursiones, en el PNSAV también fueron registrados el número de operaciones de pesca (278) y embarcaciones (1937), las cuales superaron lo reportado por Teixeira-Moreno (2005) en la Bahía de Galveston, Texas, donde registró 2.95 embarcaciones·navegación⁻¹ (no. de navegaciones= 124). En cambio en este trabajo se observaron casi cinco veces más embarcaciones en sólo 34 navegaciones (Tabla II). Aunque tanto en Veracruz como en Galveston se llevan a cabo principalmente actividades de pesca comercial, es posible que la diferencia se deba a que la bahía de Galveston es un cuerpo de agua semicerrado, donde la capacidad de albergar la misma cantidad de embarcaciones que en el PNSAV está limitada espacialmente.

Otra de las diferencias más importantes es que en Galveston al igual que en la gran mayoría del Golfo de México, no existe un sistema de arrecifes, y es que el golfo está influenciado por grandes sistemas fluviales (desde Laguna de

Términos hasta el delta del Mississippi y la plataforma continental de Florida), los cuales generan condiciones ambientales poco propicias para la biodiversidad coralina arrecifal. Es por esto, que en gran parte de la plataforma continental del Golfo de México, la formación de arrecifes coralinos no es posible (Jordán-Dahlgren, 2004). A pesar de lo anterior, en el PNSAV, existe un gran aporte de nutrientes por parte de los ríos Jamapa y Papaloapan. Este último es el de mayor importancia en aporte en el país por su caudal (47 000 millones de m³ de escurrimiento medio anual) este aporte permiten la funcionalidad de este sistema arrecifal, lo que origina que haya una mayor biodiversidad (Pereyra-Díaz y Pérez-Sesma, 2005; CSVA, 2006).

IV. 2. Distribución Espacial

IV.2a. Tursiones

En la mayoría de los estudios del Golfo de México relacionados con los tursiones se reporta que están distribuidos cerca o en la desembocadura de ríos (Heckel, 1992; Schramm, 1993; Del Castillo-Olvera y Morteo, 2008). En el PNSAV, las manadas de tursiones avistadas se encuentran en la desembocadura del río Jamapa muy próximas a la costa y en la zona de los arrecifes sur (Figura 7 y Figura 8). Cabe mencionar que el río Jamapa aporta una gran cantidad de nutrientes de origen terrígeno y escurrimientos terrestres que vienen de la ciudad de Veracruz y Boca de Río, lo cual es un factor de gran importancia ya que puede influenciar la abundancia de zooplancton y por consiguiente la de los eslabones superiores (Pereyra-Díaz y Pérez-Sesma, 2005; Hunt, 2006; Rangel-Avalos *et al.*, 2008; Salas-Monreal *et al.*, 2009). Hacia el sur de la zona de estudio en la punta de Antón Lizardo se encuentra el segundo complejo arrecifal de este trabajo al cual denominamos arrecifes sur, que se encuentra a 40 km de la desembocadura de la Laguna de Alvarado y del río Papaloapan (Figura 3). La pluma de aporte

que genera el Papaloapan hacia el Golfo de México, es tan importante que incluso puede ser desplazada con la corriente (generada principalmente por vientos) hacia la zona norte del Golfo de México y llegar hasta los arrecifes sur del PNSAV (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003). Por otra parte, la circulación superficial en el PNSAV puede formar giros que se liberan para desplazarse a lo largo del área, y estos pueden estar influenciados por la descarga del río (principalmente durante la temporada de lluvias). Se ha observado que estos normalmente se desplazan hacia el sureste cerca de la costa, justo en el sitio donde se observaron concentraciones de delfines (Figura 7) (Salas-Monreal, Com. Pers.). Los giros pueden atrapar nutrientes que conllevan a un aumento en la productividad primaria, en el número de peces y finalmente atraen a los tursiones.

Algunas de las especies que abundan en la zona, son presa de los tursiones (*Mugil cephalus* “lisa”, *Caranx latus* “jurel blanco”, *Caranx hippos* “jurel amarillo”, *Caranx crysos* “cojinuda”, *Synodus foetens* “pez lagarto” y *Harengula jaguana*, *Sardinella auriata* “sardina”), lo cual puede explicar la mayor densidad de los delfines en la zona de la desembocadura del río Jamapa y los arrecifes sur (Gannon y Waples, 2004; Jiménez-Badillo *et al.*, 2006; Zavala-Hidalgo *et al.*, 2006; Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007). También se ha observado un giro que ocurre en la zona interarrecifal (Salas-Monreal, Com. Pers.), donde se encontraron comúnmente embarcaciones pescando (Figura 8 y Figura 9) y delfines (Figura 6 y Figura 7).

Debido a la concentración de embarcaciones turísticas y mayores, en la zona norte del PNSAV, la distribución de los tursiones hacia la zona sur del PNSAV, puede estar dada a causa tanto del riesgo que se deriva del mayor potencial de colisión, como del ruido que ocasionan dichas embarcaciones. Como consecuencia a la exposición de zonas con tráfico de embarcaciones puede haber alteraciones en los tursiones, en el tiempo de buceo, la velocidad de nado, respiración o la alimentación, o incluso enmascarar las vocalizaciones de los

tursiones, hasta daños en la audición y varamientos. Es por esto que los mamíferos marinos, en general tienden a evadir o desplazarse lejos del ruido (Hildebrand, 2005; Mattson *et al.*, 2005; Lusseau, 2006; Wright *et al.*, 2007).

IV.2b. Embarcaciones

Las actividades que se realizan en el PNSAV principalmente son las pesqueras, a lo largo de la costa y en los arrecifes sur, pero el mayor desarrollo de esta actividad es en la desembocadura del río Jamapa (pesca de camarón). Se sabe que dicha actividad está centrada en la comunidad de Antón Lizardo, donde existen registradas ~200 embarcaciones pesqueras (Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007). Esto explica que en el presente estudio se registró la mayor densidad de embarcaciones en la desembocadura del río Jamapa (Figura 8 y Figura 9), en donde las embarcaciones más abundantes fueron las pesqueras (principalmente camaroneras) y en tránsito, y las menores densidades se registraron alrededor de los arrecifes.

Además de la actividad pesquera, el PNSAV se caracteriza por ser uno de los puertos más grandes del país, es por esto que tiene un número importante de atraque de buques comerciales y cruceros turísticos, los cuales al año suman ~1591; este tipo de embarcaciones en este trabajo están clasificadas como “mayores”. La distribución de este tipo de embarcaciones se concentra en los arrecifes norte y en la zona interarrecifal, donde se fondean (anclan), en espera de entrar a puerto y descargar, o esperando autorización para poder zarpar (APIVER, 2009).

También existen varios servicios públicos o de iniciativa privada asociados a los principales atractivos, donde se destacan los paseos turísticos acuáticos en embarcaciones menores (7 m de eslora), lo que concuerda con lo registrado en

este estudio donde las embarcaciones turísticas se encuentran en la zona norte del PNSAV, enfrente del puerto y de las islas más visitadas por los turistas (Isla de Sacrificios e Isla Verde, Figura 3). Cabe notar que estas islas han sido impactadas con diferentes actividades, desde el saqueo de corales para la industria de la construcción o con fines artesanales, y por el crecimiento urbano del puerto de Veracruz. Aunque es una zona protegida y cerrada al público, las embarcaciones turísticas siguen llegando al muelle de Isla de Sacrificios para observarla desde la embarcación, sin embargo esto genera alteraciones en el sedimento de los arrecifes (Cámara de Diputados, 2006; Gallegos-Jiménez, 2008).

En resumen en este estudio se observó que las actividades pesqueras se desarrollan en la parte central (desembocadura del río Jamapa) y en el sureste (arrecifes sur y Antón Lizardo). Mientras que las actividades turísticas (paseos o recorridos) y las actividades comerciales e industriales se desarrollan en el noreste (puerto de Veracruz). Esto refleja que el área está siendo empleada de manera diferente, donde se puede identificar cada una de las actividades, por lo que se observa la diferenciación en el uso al PNSAV por éstas tres localidades. El uso que le dan los humanos al PNSAV, en cuanto a las embarcaciones durante este estudio, fue constante entre ambos años, esto quiere decir que las áreas con mayor densidad son empleadas por el mismo tipo de embarcaciones durante los dos años (Figura 8 y Figura 9).

Aunque en todo el PNSAV existe un gran uso por embarcaciones, se puede observar que en las zonas con mayor densidad de éstas, no hay registro espacial de tursiones (Figura 6 y Figura 8). Esta distribución por parte de los tursiones, probablemente se deba al ruido provocado por la intensa actividad de embarcaciones en la zona noroeste del PNSAV, lo que puedes asociarse con el riesgo físico que enfrentarían en caso de acercarse.

IV.2c. Artes de pesca

Las operaciones de pesca están distribuidas principalmente en la costa, donde se observan a partir de la desembocadura del río Jamapa hasta Antón Lizardo (Figura 10 y Figura 11). En esta zona se captura cerca del 86% de toda la captura del PNSAV (1.9 toneladas diarias) (Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007); como se discutió anteriormente, esto puede deberse a los factores oceanográficos relacionados con los giros ocasionados tanto por los vientos predominantes, como por la influencia de la temperatura y salinidad superficial, que derivan en la distribución de nutrientes y biomasa (Salas-Monreal, Com. Pers.). En la costa, las artes de pesca que se utilizan son las redes agalleras, que son aquellas que se fijan horizontalmente a diferentes profundidades con plomos y boyas; como se dejan colocadas, no es necesaria la presencia de embarcaciones, y son utilizadas tanto en Veracruz como en Antón Lizardo. Estas artes de pesca son empleadas en todo el mundo, ya que el costo de operación para los pescadores es bajo (Bernal-Becerra y Mena-Alonso, 2000; FAO, 2003; Jiménez-Badillo *et al.*, 2006; Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007; Hopkins *et al.*, 2008). La mayoría de las redes agalleras, fueron encontradas al sureste del PNSAV, hacia Antón Lizardo, que es donde se tiene registro de la mayor actividad pesquera llevada a cabo por los pescadores residentes. Al comparar la distribución de los tursiones con las operaciones de pesca, se encontró que coinciden espacialmente principalmente con este tipo de redes; esto puede deberse a que muchas de las especies capturadas con estas redes, tales como jurel, sardina, peto, rubia bonito, pargo, entre otros, se han reportado como presas del tursión (Figura 31), por lo que se esperaría que los tursiones tuvieran mayor probabilidad de tener correlación con estas redes; sin embargo en este estudio no se encontró interacción (Fertl y Leatherwood, 1997; Jiménez-Badillo *et al.*, 2006; Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007). Existen registros de la interacción directa de tursiones con redes agalleras, cuando las especies que se capturan son de interés común, y en donde algunas veces los tursiones quedan enmallados en las

redes o por el contrario causan graves daños a estas y hay pérdida para los pescadores (Fertl y Leatherwood, 1997; Díaz-López, 2006).

En resumen, durante los dos años de muestreo de esta investigación las operaciones de pesca se concentraron principalmente en la desembocadura del río Jamapa (Figura 10 y Figura 11), y se registró mayor abundancia de artes de pesca camaroneras; cabe mencionar que en el estado de Veracruz destaca por su valor comercial la pesquería del camarón café (*Farfantopenaeus aztecus*). En los arrecifes sur la concentración de operaciones de pesca fue menor, y principalmente se observaron operaciones de pesca con clasificación “buzo”, es decir, que utilizan gancho para la obtención de pulpo (*Octopus vulgaris*). En esta región (PNSAV) la pesquería de esta especie se realiza desde tiempos inmemorables, actualmente se está capturando por debajo de la talla de la primera madurez, por lo que se han tratado de establecer temporadas de veda (Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007; Jiménez-Badillo *et al.*, 2008).

IV. 3. Distribución Temporal

IV.3a. Tursiones

El porcentaje de adultos, jóvenes y crías fue muy consistente entre años. Los tursiones pudieran estar aprovechando recursos en el PNSAV, ya que tanto en la temporada de lluvias como en nortes la productividad en ésta zona es mayor. Por otro lado, la presencia de crías fue mayor en las temporadas de lluvias y nortes y los jóvenes durante las temporadas de secas y nortes (Tabla V y Tabla VI). Se puede decir que uno de los máximos de reproducción es en la temporada de lluvias para ambos años, en donde se reportó un mayor IAR tanto para crías como jóvenes. En el estudio realizado en la Boca de Corazones, en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, se reportan dos máximos de reproducción, basados en

avistamientos de estos dos grupos de edad y registros de cópula, lo cual indicó que estos máximos se dan en marzo (secas) y septiembre (lluvias) (Heckel, 1992; Schramm, 1993).

De mayo a agosto, en el PNSAV hay surgencias debido a que los vientos provienen del sur. El ascenso de aguas más frías con gran cantidad de nutrientes favorece la productividad primaria en el área, causando el aumento en biomasa de todos los niveles tróficos, desde productores hasta los niveles más altos, lo que implica un incremento en las presas de los tursiones (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003; Zavala-Hidalgo *et al.*, 2006; Salas-Pérez *et al.*, 2007). Este periodo corresponde a las temporadas de secas (marzo a junio) y lluvias (julio a octubre) de este trabajo, y se encontró que los tursiones fueron más abundantes en la estación de lluvias en la zona de plataforma, lo cual coincide con la temporada donde hay mayor productividad, sin embargo no fue significativo ($1.47 \text{ tursiones} \cdot \text{h}^{-1}$; K-W; $H = 1.72$, $p = 0.42$, Tabla V).

En este estudio se observó que la presencia de los grupos de edad jóvenes y crías, no fue constante. Los jóvenes fueron avistados en su mayoría en secas en la zona de plataforma ($\text{IAR} = 0.38$, Tabla V), y las crías en esta misma zona fueron más abundantes en lluvias ($\text{IAR} = 0.22 \text{ crías} \cdot \text{h}^{-1}$, Tabla V); pero en la zona de costa el IAR fue más abundante en nortes ($\text{IAR} = 0.3 \text{ crías} \cdot \text{h}^{-1}$). Sin embargo en zonas adyacentes Del Castillo-Olvera y Morteo (2008), reporta que los grupos con crías se presentaron mayormente en la temporada de secas cerca de la boca de la Laguna de Alvarado. El estudio realizado en la Boca de Corazones, Laguna de Tamiahua, Veracruz, se reporta el más alto IAR de tursiones en la temporada de lluvias ($6.2 \text{ tursiones} \cdot \text{h}^{-1}$) (Heckel, 1992).

La distribución temporal de los tursiones puede estar asociada a la presencia de sus presas. En la región de Sarasota, Florida, Irvine *et al.* (1981), encontraron que *T. truncatus* tiende a alimentarse de lisas (*Mugil* sp.), en aguas

poco profundas durante primavera, verano y otoño (estaciones de lluvias y secas). En el PNSAV los tursiones también fueron más abundantes durante la temporada de lluvias, donde también son abundantes las lisas. Los registros en Tamiahua, Veracruz, sugieren que la temporada de desove de *Mugil* sp. se presenta en invierno (nortes) y en verano (lluvias), esta especie tiene un crecimiento rápido ya que se alimentan activamente (Ibáñez-Aguirre y Gallardo-Cabello, 1996). En el Golfo de México, entre los meses de septiembre a noviembre, la lisa empieza a migrar hacia la costa para desovar, formando grandes cardúmenes; esta etapa de migración es más intensa entre noviembre y diciembre y se prolonga hasta enero (Gómez-Ortiz *et al.*, 2009). También se menciona que en invierno la abundancia de tursiones disminuye en Sarasota, debido a que en esta época *Mugil* sp., se desplaza hacia el golfo, lo cual sugiere que los tursiones siguen a sus presas (Irvine *et al.*, 1981).

Cabe mencionar que en lluvias hay un aporte de nutrientes del río Jamapa y al sur el río Papaloapan, lo que incrementa la productividad en el sistema arrecifal a donde son arrastrados dichos nutrientes, lo cual también incrementa la biomasa en todo el PNSAV. Otra de las características de la zona de estudio es la presencia de un banco de arrecife de coral, estos son ecosistemas someros. Particularmente los arrecifes del PNSAV, se han desarrollado en un ambiente de aguas turbias debido al aporte terrígeno como resultado de la descarga de los ríos. Éstos tienen la característica de ser depósitos de carbono de calcio generado por corales, moluscos, foraminíferos y algas. Este ambiente de alta productividad es propicio para la gran cantidad de especies que habitan en él. Durante la temporada de lluvias, cuando hay una mayor descarga de los ríos, coincide con la mayor abundancia de tursiones en la plataforma y en los arrecifes sur, en esta época (Tabla V).

IV.3b. Embarcaciones

La proporción del tipo de embarcaciones observadas en el PNSAV fue consistente entre años, lo cual indica que el desarrollo de actividades pesqueras se está llevando a lo largo de todo el año. Se encontró que el tránsito de embarcaciones fue la segunda actividad más importante, ésta puede deberse ya sea por la temporada vacacional o el comercio marítimo que son actividades que caracterizan a esta zona portuaria y que son constantes año con año.

En el PNSAV el tráfico de embarcaciones se ha reportado como constante debido a la actividad comercial intensa y al arribo de turistas, que se realiza en el puerto de Veracruz (Dirección de Comunicación Social, 2008). En esta investigación en cambio, se observaron variaciones temporales en la presencia de embarcaciones. En 2006-7, la mayor abundancia en la zona de plataforma fue durante la estación de secas (Tabla VIII), mientras que en 2007-8 no se encontraron diferencias significativas entre temporadas (Tabla X). Al realizar el análisis por tipo de embarcaciones, las más abundantes fueron las pesqueras, cuya presencia en la costa fue significativamente menor en la temporada de secas que en lluvias y nortes (Tabla IX). Esto concuerda con la productividad, que aumenta en la temporada de lluvias, y las embarcaciones con actividades pesqueras en la zona costera están cerca de donde hay mayor abundancia de peces; en la temporada de secas la pesca se distribuye de manera homogénea en toda el área (Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007). De acuerdo con las observaciones en el campo, la mayor densidad se registró en la zona de la desembocadura del río Jamapa.

La pesca artesanal en el PNSAV, suele llevarse a cabo durante 230 días debido a la intensa temporada de nortes (Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007). Sin embargo, el registro de embarcaciones pesqueras en este estudio muestra que la pesca se está llevando a cabo en todo el año (mayormente en lluvias y

nortes) incluso en la temporada de nortes, aunque son distintas las zonas donde se encuentran estas embarcaciones (pesqueras): lo anterior puede deberse a los diferentes tipos de artes de pesca empleadas cerca de la costa o de los arrecifes (agalleras, anzuelo, cimbra) y en la zona interarrecifal (palangre).

De la misma forma, las embarcaciones en tránsito en la costa tuvieron su máximo en lluvias (Tabla IX). Cabe notar que durante la temporada vacacional del 2008, se registraron en el puerto un total de un millón de turistas durante el mes de julio (transición entre secas y lluvias), donde los sitios más visitados fueron las playas, por lo que tal movimiento de embarcaciones puede deberse a la gran actividad turística del puerto (Dirección de Comunicación Social, 2008).

IV.3c. Artes de pesca

La pesquería en el PNSAV es una actividad que sustenta a los pobladores de las tres localidades que componen la región en diferente medida (Antón Lizardo, Boca del Río, Veracruz), por lo que el recurso suele ser aprovechado todo el año, y esto se debe a que en gran medida las personas que trabajan en la pesquería dependen de la demanda del producto por los restaurantes principalmente, la cual a su vez es constante. La proporción del tipo de artes de pesca registradas en el PNSAV fue muy consistente entre años salvo las dos categorías más abundantes (camaroneras y agalleras) que se invirtieron de un año a otro.

En el PNSAV, las artes de pesca más empleadas fueron las agalleras, tanto en la zona costera como en la arrecifal, y se usaron durante las tres temporadas (Figura 24, Tabla XII y Tabla XIII). Este tipo de redes son utilizadas en todo el mundo indistintamente de la temporada (FAO, 2003). Para las especies que se pescan con cada una de las artes aquí clasificadas, hay temporalidad de aparición

que fluctúa entre 2 y 12 meses. Algunas de estas especies, suelen ser alimento para los tursiones, el jurel (*C. hippos* y *C. latux*) y la cojinuda (*C. crysos*), de las cuales se captura el volumen más alto en los meses de septiembre a noviembre (lluvias y principio de nortes) (Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007). Estas principalmente son capturadas con tres artes de pesca descritas para el PNSAV (agallera, palangre, anzuelo).

Otro de los tipos de artes de pesca utilizadas en el área durante la temporada de lluvias es el palangre que principalmente se utiliza en la plataforma. El registro de Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar (2007) coincide con este estudio, en el que este tipo de arte de pesca tiene su máximo en la temporada de lluvias. El uso de este tipo de red en la zona de plataforma, se debe a que está conformada por una línea madre, con reynales distanciados entre sí, cada uno lleva un anzuelo en la punta, es colocada entre 2 y 5 pescadores y son dejadas a la deriva con boyas que la sostienen y son colocadas a profundidades de entre 8 a 100 m (Bernal-Becerra y Mena-Alonso, 2000; Jiménez-Badillo *et al.*, 2006). Este tipo de arte de pesca, tiene importancia desde 1968 donde se hizo pública la gran mortalidad de algunos cetáceos entre ellos los tursiones, pero en la actualidad los mamíferos marinos están protegidos y el uso del palangre fue restringido, utilizándose solamente con ciertas especificaciones (SEMARNAT, 2002; SAGARPA, 2005; Cámara de Diputados, 2008).

Por otro lado, las redes camaroneras fueron empleadas en la zona más cercana a la desembocadura del río con un IAR significativamente mayor durante la temporada de lluvias (Tabla XIII). Esto se observó a pesar de que en esta zona la temporada de veda del camarón (*Farfantepenaeus aztecus*) en el 2006 fue establecida del 1 de mayo al 26 de agosto (lluvias), y en el 2007 fue establecida a partir del 10 de mayo hasta el 15 de agosto (transición secas y lluvias) (SAGARPA, 2006; SAGARPA, 2007). A partir del 2009, la veda se estableció del 1 de mayo al 31 de julio (SAGARPA, 2009).

La temporada de veda también es aplicada para especies de escama, tales como la lisa (*Mugil cephalus* y *Mugil curema*), para las cuales se establecieron dos periodos el primero que va desde el 1 hasta el 31 de diciembre, y el segundo del 1 de febrero al 28 de febrero que corresponden en este estudio a la temporada de nortes; otras de las especies para la cual se estableció veda en esta región, son el robalo blanco y el robalo prieto (*Centropomus* spp.) del 1 de julio al 15 de agosto (CONAPESCA, 2006b; CONAPESCA, 2007). Ambas especies son capturadas con dos tipos de redes (cimbra y agalleras), esta temporada de veda se encuentra un poco desfasada, ya que para el robalo la etapa de madurez gonádica es de septiembre a abril, por lo que los organismos que son capturados aún no han desovado. En el PNSAV se reporta que noviembre es el mes con mayor volumen de captura para esta especie en específico (Galaviz-Hernández *et al.*, 2006; Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007).

A pesar del establecimiento de periodos de veda para algunas especies, se encontró que las actividades pesqueras en esta región son constantes durante todo el año (aunque en la temporada de nortes los vientos intensos en el PNSAV no permiten llevar a cabo dichas actividades de manera normal). Por lo que no se cumplen con las vedas estipuladas por las autoridades.

IV.4. Correlación entre tursiones, embarcaciones y artes de pesca

Al analizar los tipos de embarcaciones y artes de pesca vs. tursiones, (con excepción del recorrido de plataforma del 2007-8), no se encontraron evidencias que permitieran apoyar que las variaciones en la distribución de los tursiones (tanto espaciales como temporales) estaban siendo influenciadas por la distribución y abundancia de las artes de pesca y embarcaciones. Esto puede

deberse al tipo de análisis que se llevo a cabo, ya que solamente correlacionan dos variables.

Las embarcaciones pueden causar efectos negativos no sólo en el tursión, sino en todos los odontocetos, los cuales dependen del sonido para poder ubicar a sus presas. El ruido que causan las embarcaciones puede también desplazar a los tursiones de un área específica donde suelen desarrollar actividades importantes en su ciclo de vida (Constantine, 1999). Para poder estudiar el efecto de las embarcaciones sobre la distribución tanto espacial como temporal de los cetáceos, es necesario tener un “grupo control” donde no haya disturbios por presencia de embarcaciones. Sin embargo, esto representó una limitación en el presente trabajo, ya que en el PNSAV no se tienen estudios anteriores a éste con las mismas características con el que se pudiera hacer una comparación.

En México hasta ahora se ha estudiado poco la interacción de tursiones y actividades humanas, ya sea el tránsito de cualquier tipo de embarcaciones o las artes de pesca. Delgado-Estrella (1997), Orozco-Meyer (2001), han descrito las interacciones de los tursiones con la pesca de camarón en la sonda de Campeche, y Bahía San Jorge, Golfo de California, respectivamente. Por otro lado, a nivel mundial se considera que al interactuar con una o más embarcaciones, los tursiones pueden reaccionar, una de las principales respuestas cuando el número de embarcaciones aumenta en un área es la evasión (cuando hay embarcaciones con motor) (Mattson *et al.*, 2005). Además de la evasión, pueden ocurrir cambios en los patrones de movimientos y en el tamaño de grupo (Nowacek *et al.*, 2001; Mattson *et al.*, 2005). En Nueva Zelanda, se encontró que después de una interacción con una embarcación los tursiones tendían a viajar; sin embargo, los efectos de esta interacción no fueron significativos, debido a que las embarcaciones fueron muy escasas (Lusseau, 2003).

Se han investigado algunos efectos a largo plazo en los delfines con la presencia de embarcaciones. En Shark Bay, Australia, el número mínimo de embarcaciones (de 0 a 1) no afectó el IAR de los tursiones, pero cuando las embarcaciones aumentaron (a 2 ó más) el IAR disminuyó (Lusseau, 2003; Bejder *et al.*, 2006a; Hastie *et al.*, 2003). En el presente estudio se detectó que la correlación entre las embarcaciones pesqueras y los tursiones fue negativa, aunque no significativa (Tabla XVI y Tabla XVII). Cabe mencionar que el registro de embarcaciones fue 8 veces mayor que el de tursiones, por lo que es probable que estén evadiendo el área por alta presencia de embarcaciones en coincidencia con lo descrito por Lusseau (2004) en Nueva Zelanda al analizar los efectos a largo plazo del turismo en la distribución de delfines.

Por otro lado, se encontró también que los tursiones jóvenes tuvieron correlación positiva con las embarcaciones con clasificación “otro” (turísticas, motos acuáticas, militares, Tabla XVI). Generalmente son embarcaciones que se trasladan a muy alta velocidad. Pierpoint y Allan (2006) reportan que este tipo de embarcaciones suelen tener un efecto negativo en los tursiones por su alta velocidad. Pero la relación encontrada puede deberse al azar, debido a que los jóvenes se observaron con estas embarcaciones en sólo 8 de las 25 navegaciones que se utilizaron en el análisis. También este mismo grupo de edad tuvo relación con las embarcaciones “desconocidas”, aunque la significancia está en el límite, la razón para dicha correlación puede ser similar a la de la categoría “otro”.

Se obtuvo una correlación positiva entre los tursiones y las embarcaciones mayores en la costa (Tabla XIX), las cuales generalmente estuvieron ancladas (por lo regular con el motor encendido), de acuerdo a las observaciones de campo, las que se encontraban en movimiento lo hacían a velocidades mínimas y rara vez estaban muy cerca de la costa (en dirección al puerto de Veracruz). Cabe mencionar que los movimientos que estas embarcaciones realizaron durante los recorridos a lo largo de la costa fueron mínimos: solamente se obtuvieron en dos

temporadas y el IAR fue de 0.1 embarcaciones mayores·h⁻¹. Como se puede ver en la Figura 30, las embarcaciones mayores generalmente están distribuidas alrededor de los arrecifes y en la zona interarrecifal.

En relación con los delfines y las artes de pesca, se sabe que la pesquería como tal, puede ocasionar daños directos e indirectos principalmente porque muchas veces suelen capturar especies en común, o debido a que el alimento de los tursiones suele ser capturado incidentalmente en las redes, incluso puede ocurrir que los tursiones sean parte de dicha captura incidental (Plagányi y Butterworth, 2005; Read *et al.*, 2006).

Orozco-Meyer (2001) observó que los tursiones se acercaron a las redes camaroneras para aprovechar los peces que se descartaban (lisas, corvinas y sierras). Sin embargo, casi ninguna de las artes de pesca analizadas estuvo correlacionada con los tursiones (Tabla XVII y Tabla XX). Se esperaría que los tursiones se relacionaran con las artes de pesca directamente para obtener alimento con un menor gasto energético, tal es el caso de la pesca realizada por buzos (categoría “buzo”) en la cual se utiliza arpón ó gancho para extraer el recurso el que generalmente es pulpo (*Octopus vulgaris*) (Bearzi, 2002; Jiménez-Badillo y Castro-Gaspar, 2007), esta tipo de arte de pesca tuvo una correlación significativa con los grupos de edad jóvenes y crías de tursiones (Tabla XX). Pero nuevamente estos resultados pueden deberse al azar, ya que solamente se tienen datos en la temporada de nortes donde el IAR fue de 0.08 buzos·h⁻¹.

En este trabajo en general no se encontró correlación entre los tursiones con respecto a las embarcaciones y artes de pesca. Esto puede deberse a que las capturas de los pescadores son principalmente de uso comercial, y el esfuerzo de pesca es diferencial de acuerdo con la demanda de las localidades aledañas al PNSAV principalmente; sin embargo, las especies capturadas no necesariamente componen una parte esencial de la dieta de los tursiones. Otra de las posibles

respuestas a la falta de correlación entre las pesquerías y los delfines, es que exista una relación subyacente difícil de identificar en este trabajo; esta puede manifestarse como la competencia indirecta que viene desde los niveles más bajos de la cadena trófica, donde la productividad primaria es apenas suficiente para poder soportar la captura de las pesquerías y las presas de los tursiones (Trites *et al.*, 1997). Aunque no se analizaron las áreas preferentes para la realización de actividades de los tursiones, los registros de campo permitieron observar que su principal actividad, fue el viaje; sin embargo, cerca de la costa se registró comportamiento de socialización entre los miembros de las manadas. Por lo anterior, la baja incidencia de comportamiento de alimentación de los tursiones, particularmente en los sitios con operaciones de pesca parece sustentar el argumento anterior.

Por otro lado, el PNSAV, es una zona muy amplia (52, 238 ha), en la cual se desarrollan actividades diferentes, en zonas distintas, tanto por los humanos (pesca, actividades turísticas que implica actividades socio-culturales ó periodo vacacional), como por los tursiones. Como se observa en esta tesis, las actividades turísticas y comerciales, están concentradas durante los dos años, en la zona noroeste del PNSAV; mientras que las pesqueras se concentran en el centro y sureste cerca de los arrecifes. Lo anterior puede implicar que los diferentes usos del área manifiesten una mayor gama de correlaciones entre los objetos de estudio que las esperadas en esta tesis. Es decir, las relaciones esperadas pueden manifestarse sólo en zonas particulares, y no en toda el área. Dado que en este estudio se conjuntó la información de todo el PNSAV, esto pudo diluir los efectos, manifestándose en correlaciones no significativas.

Finalmente, deben mencionarse las correlaciones encontradas entre las embarcaciones y artes de pesca. En el recorrido de plataforma 2006-7, el hecho de que el total de embarcaciones estuviera marginalmente correlacionado de manera positiva con las redes agalleras es natural, esto es debido a que ambas

fueron las más abundantes. Entre las embarcaciones en tránsito y el total de artes de pesca, cabe destacar que muchas de estas embarcaciones normalmente viajan para pescar y no fueron clasificadas como pesqueras porque no llevaban redes (en este caso es de suponerse que iban a recoger las redes). Por otra parte, la correlación marginal entre las embarcaciones en descanso con las redes camaroneras, se explica porque los pescadores normalmente hacen el “lance” y esperan un tiempo para recuperar las redes; dado que la mayoría del camarón se pesca en la desembocadura del río (de donde los pescadores salen para ir pescar), es normal que permanezcan en el sitio hasta acabar su jornada (es decir, las lanchas no estaban en movimiento, ni pescando, por lo que se les clasificó como en descanso).

Del análisis del recorrido costero 2006-7, también se encontró que el IAR del total de embarcaciones está relacionado con la red agallera, lo cual fue explicado anteriormente. Las embarcaciones que se encontraban pescando se correlacionaron particularmente con las redes camaroneras, lo cual se debe a que fueron el segundo tipo de embarcaciones más abundantes. Las embarcaciones en tránsito también se correlacionaron con las redes agalleras, ya que como se mencionó, muchas las lanchas se mueven para llevar a cabo el “lance” o recuperar sus redes.

Para el resto de las variables, y particularmente para el segundo año de datos (2007-8), o bien no se encontraron correlaciones, o éstas no tienen una explicación directa, por lo que en estos casos se supuso que se deben al azar. Lo anterior puede deberse a un tamaño de muestra limitado. Es posible que, tanto el aumento en el número de navegaciones, como un análisis detallado de las diferentes partes del área de estudio (de acuerdo con su uso), potencialice las correlaciones entre los delfines, embarcaciones y las artes de pesca.

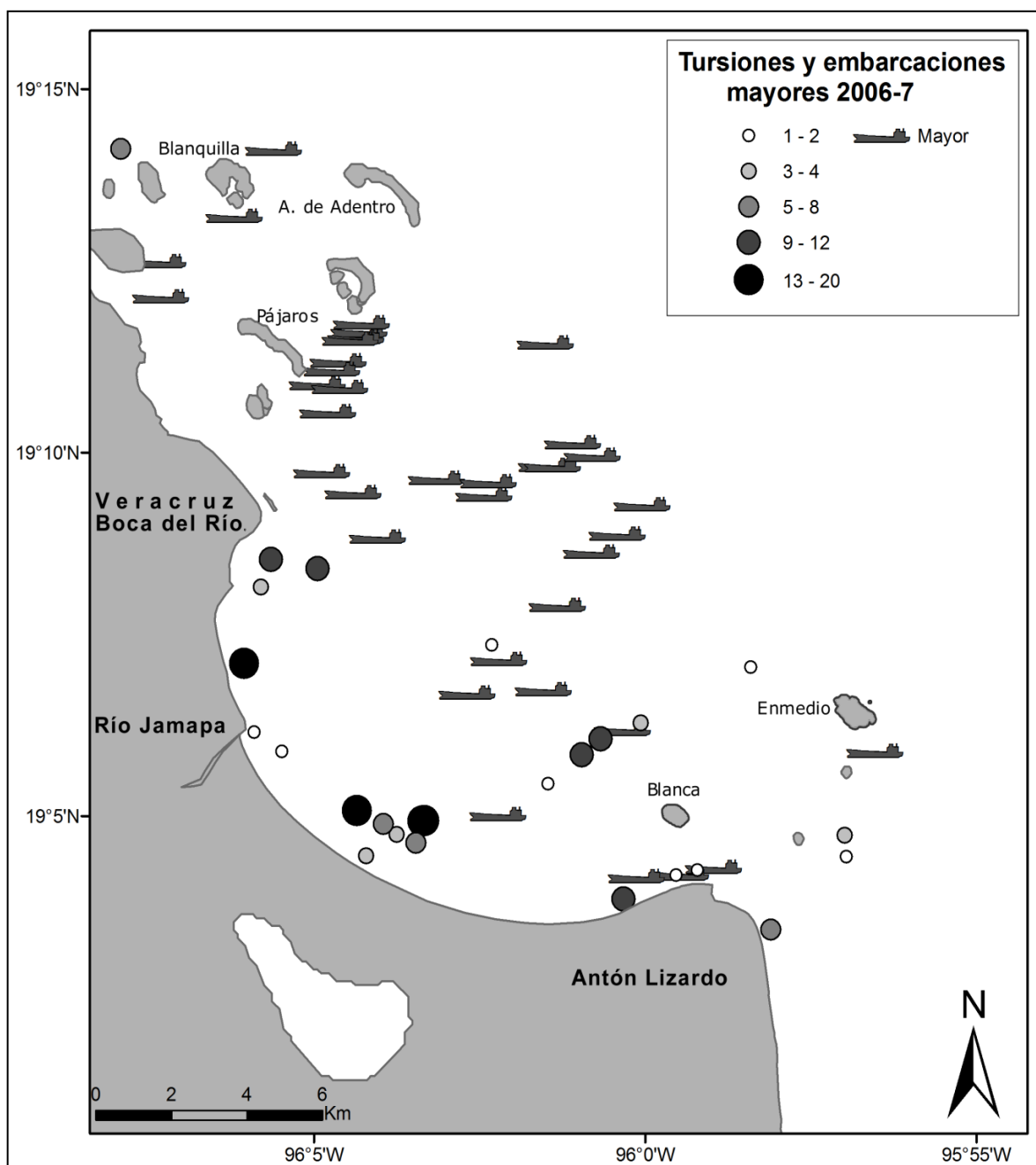


Figura 30. Número de tursiones por avistamiento y embarcaciones mayores durante el muestreo del año 2006-7.

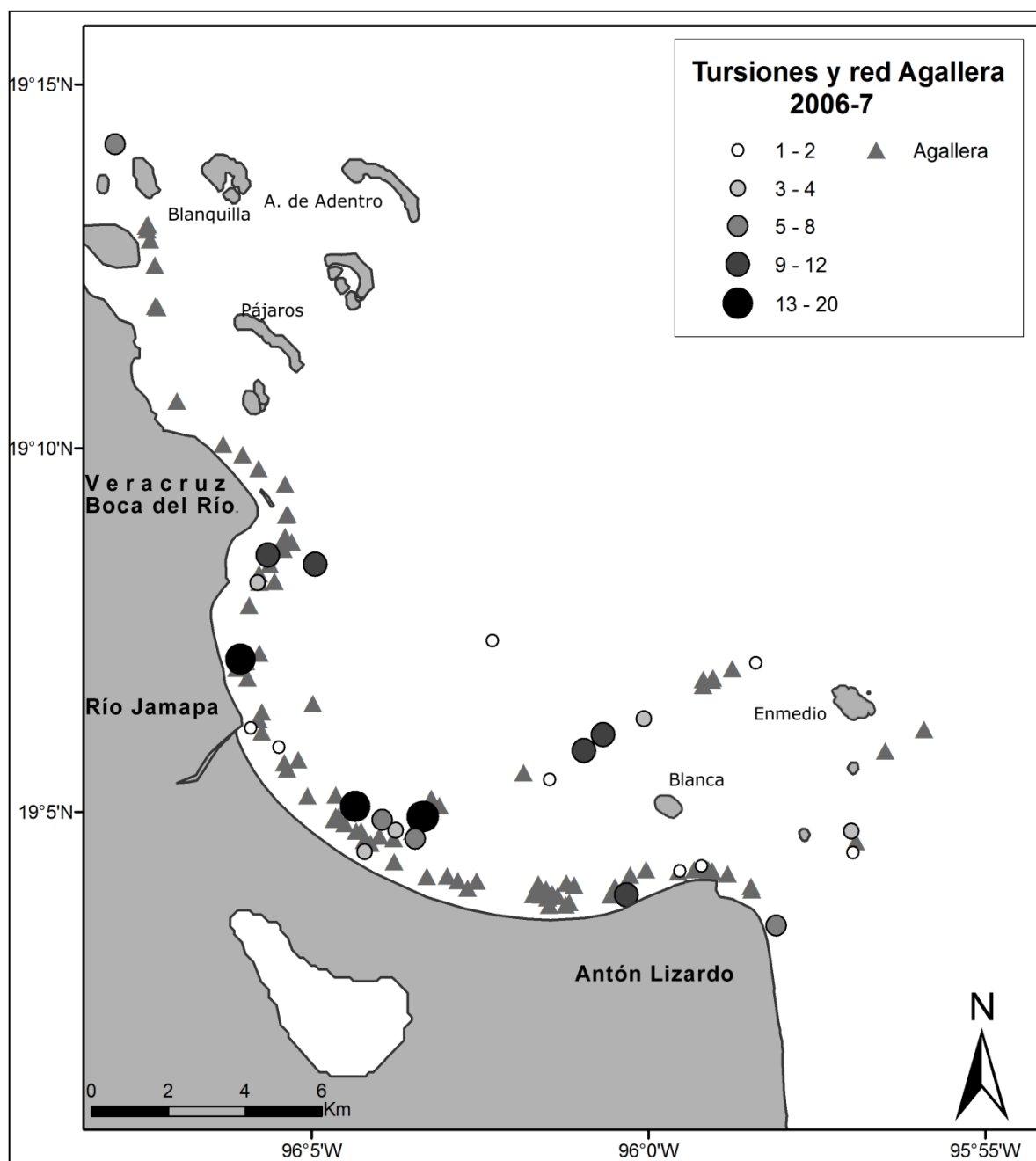


Figura 31. Número de tursiones por avistamiento y redes agalleras durante el muestreo del año 2006-7.

Conclusiones

La gran actividad del puerto más grande del Golfo de México es evidente donde las principales embarcaciones son las pesqueras y las que están en tránsito. La distribución del total de embarcaciones se da en toda el área, y su ubicación particular depende de la actividad en desarrollo.

Las operaciones de pesca fueron registradas durante todo el estudio, siendo más abundante el uso de las redes agalleras. La distribución de la operación de pesca en general es mayor cerca de la costa y alrededor de los arrecifes en el sureste. Por lo anterior, se concluye que en el PNSAV hay una zonificación establecida para el desarrollo de actividades antropogénicas.

Es posible que los tursiones evadan el área noreste debido a la alta presencia de embarcaciones, y de ahí que se concentren en la zona de costa y de arrecifes sur. De acuerdo con las características oceanográficas del PNSAV, tanto los tursiones como las operaciones de pesca pudieran estar usando estos sitios para obtener mayores capturas y alimento. Aunque tanto las operaciones de pesca como los tursiones utilizan las mismas zonas, la falta de correlación directa puede deberse a que no coinciden en el tiempo a corto plazo, a que humanos y delfines no capturan las mismas presas, o a que la diversidad de usos en toda el área diluyó las correlaciones esperadas en este estudio.

La presencia de tursiones fue mayor en la temporada de lluvias, principalmente en la plataforma, en donde los grupos con crías fueron más abundantes.

Aunque el número de embarcaciones en el PNSAV fue muy variable entre temporadas, siempre estuvieron presentes. En la plataforma el índice de abundancia relativa fue mayor en la temporada de secas (principalmente embarcaciones pesqueras). Cerca de la costa, las embarcaciones fueron más abundantes en la época de nortes, donde el número más importante fueron las embarcaciones en tránsito.

Las artes de pesca, al igual que las embarcaciones, estuvieron presentes en todo el año. En la plataforma el índice más alto fue en la época de lluvias, donde se empleó mayormente el palangre, mientras que en la costa el índice más alto fue en la temporada de nortes, y en su mayoría se usaron redes agalleras.

Recomendaciones

Este trabajo aporta por primera vez la descripción de las actividades humanas y la distribución de *Tursiops truncatus* en el PNSAV. Proteger las zonas con mayor abundancia de tursiones puede tener un efecto sombrilla sobre otras especies.

La aplicación de un análisis estadístico multivariado con una mayor cantidad de observaciones podría proporcionar mayor información acerca del funcionamiento de estas tres variables en conjunto (tursiones, embarcaciones y operaciones pesqueras).

El monitoreo de las actividades de pesca y el cumplimiento de las vedas en estas zonas, pueden contribuir a elevar el reclutamiento de peces, recurso que probablemente está sobreexplotado en el PNSAV. La implementación de un programa de manejo que contemple la distribución de los tursiones podría contribuir a restaurar el equilibrio en el ecosistema, el cual probablemente se ha comprometido debido al antiguo e intenso régimen de las actividades humanas en esta zona de gran importancia comercial.

Literatura citada

- ACS (American Cetacean Society), 2009. Bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. Disponible en: <http://www.acsonline.org/factpack/btlnose.htm>. Revisada en julio de 2008.
- APIVER (Administración Portuaria Integral de Veracruz S.A. de C.V.), 2009. Programación de buques. Disponible en: www.puerto-de-veracruz.com.mx. Revisada en septiembre 2009.
- Arenas-Fuentes, V. y S. Cruz, 2005. Monitoreo de contaminantes en el área natural protegida Sistema Arrecifal Veracruzano, Golfo de México. En Foro Nacional de Investigación sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. 12-13 de abril del 2005. México, D. F.
- Baker, C. S., A. Perry y G. Vequist. 1988. Humpback Whale of Glacier Bay, Alaska. *Whalewatcher*. 22 (3): 13-17 p.
- Barco, S. G., W. M. Swingle, W. A. McLellan, R. N. Harris y D. A. Pabst. 1999. Local abundance and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the nearshore waters of Virginia Beach, Virginia. *Marine Mammal Science*. 15 (2): 394-408 p.
- Barham, E. G., J. C. Sweeney, S. Leatherwood, R. K. Beggs y C. L. Barham. 1980. Aerial Census of the Bottlenose Dolphin, *Tursiops truncatus*, in a Region of the Texas Coast. *Fishery Bulletin*. 77(3): 585-595 p.
- Bearzi, G. 2002. Interaction between cetaceans and fisheries in the Mediterranean Sea. En Di Sciara, N. (Ed.) *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas of Knowledge and Conservation Strategies*. Monaco, 20 p.
- Bearzi, G. y C. M. Fortuna. 2006. Common bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Mediterranean subpopulation). En Reeves, R. R. y G. Nobartolo-di-Sciara (Eds.) *The Status and Distribution of Cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea*. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Málaga, España, 64-73 p.

- Bearzi, G., C. M. Fortuna y R. R. Reeves. 2009. Ecology and conservation of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Mediterranean Sea. *Mammal Review*. 39: 92-123 p.
- Bejder, L., A. Samuels, H. Whitehead y N. Gales. 2006a. Interpreting short-term behavioural responses to disturbance within a longitudinal perspective. *Animal Behaviour*. 72: 1149-1158 p.
- Bejder, L., A. Samuels, H. Whitehead, N. Gales, J. Mann, R. Connor, M. Heithaus, J. Watson-Capps, C. Flaherty y M. Krützen. 2006b. Decline in relative abundance of bottlenose dolphins exposed to long-term disturbance. *Conservation Biology*. 20 (6): 1791-1798 p.
- Bernal-Becerra, A. y L. Mena-Alonso. 2000. Muestreo del Necton. En Granados-Barba, A., V. Solís-Weiss y R. G. Bernal-Ramírez (Eds.) *Métodos de Muestreo en la Investigación Oceanográfica*. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México, D. F., 287-335 p.
- Brotons, J. M., A. M. Grau y L. Rendell. 2008. Estimating the impact of interactions between bottlenose dolphins and artisanal fisheries around the Balearic Islands. *Marine Mammal Science*. 24 (1): 112-127 p.
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L. Borchers y L. Thomas. 2001. *Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. Oxford University. Primera edición. New York, US. 432 pp.
- Buckstaff, K. C. 2004. Effects of watercraft noise on the acoustic behavior of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), in Sarasota Bay, Florida. *Marine Mammal Science*. 20 (4): 709-725 p.
- Caldwell, D. K. y M. C. Caldwell. 1972. *The world of the bottlenose dolphin*. Lippincott. Primera edición. Philadelphia. 157 pp.
- Cámara de Diputados, 2006. *Proposiciones con Punto de Acuerdo presentadas por diputado en la LX Legislatura turnadas a comisión*. Disponible en: http://sitl.diputados.gob.mx/proposiciones_por_pernp.php?iddipt=398&pert=4. Revisada en octubre 2009.
- Cámara de Diputados, 2008. *Ley General de Vida Silvestre*. Disponible en: www.diputados.gob.mx. Revisada en octubre 2009.
- Cañadas, A., R. Sagarminaga y S. Tiscar-García. 2002. Cetacean distribution related with depth, and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. *Deep Sea Research*. 1 (49): 2053-2073 p.
- Carwardine, M. 1995. *Whales, Dolphins and Porpoises*. Dorling Kindersley Publishing. Primera edición. Nueva York, EE.UU. 256 pp.

- Cockcroft, V. G., G. J. B. Ross y V. M. Peddemors. 1990. Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* distribution in Natal's coastal waters. Marine Science. 9: 1-10 p.
- CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de la Energía), 1995. Estudio Hidrológico. Disponible en: www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/1686/1/imagenes/cap5.pdf. Revisada en marzo 2009.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2005. Mapa Hidrológico, escala 1:1 000 000. Disponible en: <http://www.cna.gob.mx/>. Revisada en febrero 2009.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), 2007. Punto de Acuerdo sobre la Isla Sacrificio en el estado de Veracruz. Disponible en: http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2007/07/asun_2350917_20070725_1185566396.pdf. Revisada en agosto 2009.
- CONAPESCA (Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca), 2006a. Actualización de la Carta Nacional Pesquera. Disponible en: http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_actualizacion_de_la_carta_nacional_pesquera. Revisada en marzo de 2009.
- CONAPESCA (Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca). 2006b. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca. 219 p.
- CONAPESCA (Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca). 2007. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca. 223 p.
- Constantine, R. 1999. Effects of Tourism on Marine Mammals in New Zealand. Science for Conservation. Departamento de Conservación, 60 p.
- CSVA (Consejo del Sistema Veracruzano del Agua), 2006. Disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del Río Papaloapan Disponible en: <http://www.csva.gob.mx>. Revisada en septiembre 2009.
- Defran, R. H. y D. W. Weller. 1999. Occurrence, distribution, site fidelity, and school size of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) off San Diego, California. Marine Mammal Science. 15 (2): 366-380 p.
- Del Castillo-Olvera, V. y E. Morteo, 2008. Ecología poblacional del tursión (*Tursiops truncatus*) en aguas costeras de Alvarado, Veracruz, México. En XXXI Reunión Internacional sobre el Estudio de los Mamíferos Marinos. 18-21 de mayo 2008. Ensenada, B.C.
- Delgado-Estrella, A. 1997. Relación de las toninas, *Tursiops truncatus*, y las toninas moteadas, *Stenella frontalis*, con la actividad camaronera en la sonda de Campeche, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología. 68 (2): 317-338 p.
- Delgado-Estrella, A., 2002. Comparación de parámetros poblacionales de las toninas, *Tursiops truncatus*, en la región sureste del Golfo de México

- (Estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo), Tesis Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. 160 p.
- Delgado-Estrella, A. y A. Romero-Tenorio, 2008. Abundancia, distribución y fotoidentificación de toninas (*Tursiops truncatus*) en dos localidades de la costa norte de la Península de Yucatán, México. En XXXI Reunión Internacional sobre el Estudio de los Mamíferos Marinos. 18-21 de mayo 2008 Ensenada, B. C.
- Díaz-López, B. 2006. Interactions between Mediterranean bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and gillnets off Sardinia, Italy. *Journal of Marine Science*. 63: 946-951 p.
- Dirección de Comunicación Social, 2008. Comunicado de Prensa. Disponible en: <http://www.veracruz-puerto.gob.mx/comunicacion/noticia.asp?id=779>. Revisada en 9 de octubre 2009.
- Escobar-Briones, E. 2004. Current Knowledge of Benthic Communities in the Gulf of Mexico. En Whithers, K. y M. Nipper (Eds.) *Environmental Analysis of the Gulf of Mexico*. Instituto Nacional de Ecología & Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, 14 p.
- ESRI® (Environmental System Research Institute), 2009. ArcMap™. Versión 9.3.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 2003. Fisheries and Aquaculture Department homepage. Disponible en: <http://www.fao.org/fishery/geartype/219/en>. Revisada en octubre 2009.
- Fertl, D. y J. S. Leatherwood. 1997. Cetacean Interactions with Trawls: A Preliminary Review. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*. 22: 219-248 p.
- Galaviz-Hernández, V. Y., M. Cervantes-Trujano y M. d. C. Rodríguez-Jaramillo, 2006. Biología pesquera del Robalo *Centropomus undecimalis* en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. En Taller/Simposio sobre Ecosistemas Costeros del Golfo de México y Mar Caribe: hacia la integración de grupos de investigación. Villahermosa, Tabasco.
- Gallegos-Jiménez, O. 2008. Organización espacial del corredor turístico Veracruz-Boca del Río. *Teoría y Praxis*. 5: 171-186 p.
- Gannon, D. P., N. B. Barros, D. P. Nowacek, A. J. Read, D. M. Waples y R. S. Wells. 2005. Prey detection by bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*: an experimental test of the passive listening hypothesis. *Animal Behaviour*. 69 (3): 709-720 p.
- Gannon, D. P. y D. M. Waples. 2004. Diets of coastal bottlenose dolphins from the US mid-Atlantic coast differ by habitat. *Marine Mammal Science*. 20 (3): 527-545 p.

- García-Miranda, E. 1978. Apuntes de climatología. Larios e hijos impresores. 3ª edición. México, D. F. 153 pp.
- GEV (Gobierno del Estado de Veracruz), 2006. Segundo informe de Gobierno. Disponible en: <http://www.veracruz.gob.mx>. Revisada en 12 de diciembre.
- Gómez-Ortiz, G., A. Wakida-Kusunoki y A. González-Cruz, 2009. Evaluación de la pesquería de lisa (*Mugil cephalus*) en la Laguna Madre, Tamaulipas 2003. Disponible en: http://www.inapesca.gob.mx/index.php?option=com_remository&Itemid=&func=fileinfo&id=27. Revisada en octubre 2009.
- Góngora-Gómez, J. L., 2007. Dimensión espacial de las remesas de migrantes internacionales en México, Tesis Maestría. CRIM-UNAM / UAEM. 95 p.
- Greco, M. y F. Gini. 2006. Analysis and modeling of echolocation signals emitted by mediterranean bottlenose dolphins. EURASIP J. Appl. Signal Process. 2006: 7-7 p.
- Guevara-Aguirre, D., C. Bazúa-Durán y L. G. Medrano-Valdelamar, 2008. Distribución y abundancia de tursiones (*Tursiops truncatus*) en la Laguna de Términos, Campeche. En XXXI Reunión Internacional sobre el Estudio de los Mamíferos Marinos. 18-21 de mayo 2008. Ensenada, B.C.
- Gutiérrez-Carbonell, D., M. García-Saenz, M. Lara y C. Padilla. 1993. Comparación de arrecifes coralinos Veracruz y Quintana Roo. En Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González (Eds.) Biodiversidad Marina y Costera de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Aprovechamiento de la Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo. México, 787-806 p.
- Guzón-Zatarain, O. R., 2006. Captura incidental de cetáceos pequeños en pesquerías de red de enmalle en la región Noroeste de México, Tesis Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 125 p.
- Hansen, L. J. y R. H. Defran. 1990. A comparison of photo-identification studies of California coastal bottlenose dolphins. Report of the International Whaling Commission. 101-104 p.
- Harzen, S. 1998. Habitat use by the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado estuary, Portugal. Aquatic Mammals. 24 (3): 117-128 p.
- Hastie, G. D., B. Wilson, L. H. Tuff y P. M. Thompson. 2003. Bottlenose dolphins increase synchrony in response to boat traffic. Marine Mammal Science. 19 (1): 74-84 p.
- Heckel, G., 1992. Fotoidentificación de tursiones *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Cetacea: Delphinidae), Tesis Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 164 p.

- Hildebrand, J. 2005. Impacts of Anthropogenic Sound. En Reynolds, J. E., W. F. Perrin, R. Reeves, S. Montgomery y T. J. Ragen (Eds.) *Marine Mammals Research: Conservation beyond Crisis*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 101-202 p.
- Hopkins, A., H. G. Frontani y J. Bruno, 2008. Managing coral reef fisheries. Disponible en: http://www.eoearth.org/article/Managing_coral_reef_fisheries. Revisada en octubre 2009.
- Horta-Puga, G. y J. D. Carriquiry. 2008. Crecimiento del coral hermatípico *Montrastea cavernosa* en el Sistema Arrecifal Veracruzano. *Ciencias Marinas*. 34 (1): 107-112 p.
- Hunt, J., G. L. 2006. Evidence for Bottom-Up Control of Upper-Trophic-Level Marine Populations Is It Scale-Dependent? En Estes, J. A., D. P. Demaster, D. F. Doak, T. M. Williams y J. Brownell, R.L. (Eds.) *Whales, Whaling, and Ocean Ecosystems*. University of California Press, Berkeley y Los Angeles, California, 50-64 p.
- Ibáñez-Aguirre, A. L. y M. Gallardo-Cabello. 1996. Age determination of gray mullet *Mugil cephalus* L. and the white *M. curema* V. (Pisces: Mugilidae) in Tamiahua Lagoon, Veracruz. *Ciencias Marinas*. 22: 329-345 p.
- Ingram, S. N. y E. Rogan. 2002. Identifying critical areas and habitat preferences of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. *Marine Ecology Progress Series*. 244: 247-255 p.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), 2009. *Tursiops truncatus* (Common Bottlenose Dolphin). Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/search>. Revisada en junio 2009.
- Irvine, A. B., M. D. Scott, R. S. Wells y J. H. Kaufmann. 1981. Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida. *Fishery Bulletin*. 79 (4): 671-688 p.
- Jiménez-Badillo, M. L. y L. G. Castro-Gaspar. 2007. Pesca Artesanal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. En Granados-Barba, A., I. G. Abarca-Arenas y J. M. Vargas-Hernández (Eds.) *Universidad Autónoma de Campeche*, 221-240 p.
- Jiménez-Badillo, M. L., R. E. del Río-Rodríguez, M. I. Gómez-Solano, A. Cu-Escamilla y D. Méndez-Aguilar. 2008. Madurez gonádica del pulpo *Octopus vulgaris* en el Golfo de México: análisis macroscópico y microscópico. *Universidad Autónoma de Campeche edición*. 60 pp.
- Jiménez-Badillo, M. L., P.-E. H., J. M. Vargas-Hernández, J. C. Cortés-Salinas y P. Flores-Pineda. 2006. Catálogo de Especies y Artes de Pesca Artesanal del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. *Universidad Veracruzana*. Primera edición. 189 pp.

- Jordán-Dahlgren. 2004. Los arrecifes coralinos del Golfo de México: caracterización y diagnóstico. En Caso, M., I. Pisanty y E. Ezcurra (Eds.) Diagnóstico Ambiental del Golfo de México Instituto Nacional de Ecología, México, D.F., 626 p.
- Kelly, D. 1983. Photo-Identification of bottlenose dolphins in Southern California. *Whalewatcher*. 17 (2): 6-8 p.
- Lara-Domínguez, A. L. y A. Yáñez-Arancibia. 1999. Productividad secundaria, Utilización del hábitat y Estructura trófica. En Yáñez-Arancibia, A. y A. L. Lara-Domínguez (Eds.) Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología, A.C., México, 153-166 p.
- Lara, M., C. Padilla, C. García y J. J. Espejel, 1992. Coral reef of Veracruz Mexico I. Zonation and Community. En Proceedings of the Seventh International Coral Reef Symposium. 22-27 de junio. University of Guam, Guåhån.
- Leatherwood, S., M. Deerman y C. W. Potter. 1978. Food and reproductive status of nine *Tursiops truncatus* from the northeastern United States coast. *Cetology*. 28: 1-6 p.
- López-Gallegos, A., G. J. Pierce, M. B. Santos, J. García y A. Guerra. 2003. Fishery by-catch of marine mammals in Galician waters: results from on-board observations and an interview survey of fishermen. *Biological Conservation*. 111: 25-40 p.
- Lusseau, D. 2003. Effects of tour boats on the behavior of bottlenose dolphins: using Markov chains to model anthropogenic impacts. *Conservation Biology*. 17 (6): 1785-1793 p.
- Lusseau, D. 2004. The Hidden Cost of Tourism: Detecting Long-term Effects of Tourism Using Behavioral Information. *Ecology and Society* 9(1): 2 p.
- Lusseau, D. 2006. The short-term behavioral reactions of bottlenose dolphins to interactions with boats in Doubtful Sound, New Zealand. *Marine Mammal Science*. 22 (4): 802-818 p.
- Lusseau, D. y J. E. S. Higham. 2004. Managing the impacts of dolphins-based tourism through the definition of critical habitats: the case of bottlenose (*Tursiops spp.*) in Doubtful Sound, New Zealand. *Tourism management*. 25: 657-667 p.
- Martínez-Serrano, I., A. Serrano, G. Heckel, Y. Schramm y M. Valdés-Arellanes, 2008. Distribución, ámbito hogareño y fidelidad al sitio de toninas (*Tursiops truncatus*) en Veracruz, México. En XXXI Reunión Internacional sobre el Estudio de los Mamíferos Marinos Ensenada, B. C.
- Martínez del Olmo, E., G. Rivas, H. Reyes-Gómez y L. Benítez-Orduña, 2008. Monitoreo de distribución y abundancia de tursiones, *Tursiops truncatus*, en la Laguna de Términos, Campeche. En XXXI Reunión Internacional sobre el Estudio de los Mamíferos Marinos 18-21 de mayo 2008. Ensenada, B. C.

- Mattson, M. C., J. A. Thomas y D. St. Aubin. 2005. Effects of Boat Activity on the Behavior of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in Waters Surrounding Hilton Head Island, South Carolina. *Aquatic Mammals*. 31: 133-140 p.
- Miller, C., 1997. Abundance trends and enviromental habitat usage patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in lower Barataria and Caminada Bays, Louisiana, Tesis Doctoral. Louisiana State University y Agricultural and Mechanical College. 135 p.
- Moran, P. A. P. 1950. Notes on Continuous Stochastic Phenomena. *Biometrika*. 37 (1): 17-23 p.
- Morteo, E., 2008. Ecología de tursiones (*Tursiones truncatus*) en Alvarado, Veracruz (México). En XXXI Reunión Internacional sobre el Estudio de los Mamíferos Marinos. 18-21 de mayo de 2008. Ensenada, B. C.
- Morteo, E., G. Heckel, R. H. Defran y Y. Schramm. 2004. Distribution, movements and group size of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*; Montagu, 1821) south of Bahia San Quintin, Baja California, México. *Ciencias Marinas*. 30 (1A): 35-46 p.
- Morteo, E. y I. D. C. Hernández-Candelario. 2007. Resultados preliminares sobre la relación entre delfines *Tursiops truncatus*, embarcaciones y artes de pesca en el Sistema Arrecifal Veracruzano. En Granados-Barba, A., I. G. Abarca-Arenas y J. M. Vargas-Hernández (Eds.) *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. Universidad Autónoma de Campeche, 241-256 p.
- Neave, H. R. y P. L. Worthington. 1988. *Distribution-free Test*. Unwin Hyman. Primera edición. Londres. 430 pp.
- Noke, D. W. y D. K. Odell. 2002. Interactions between the Indian river lagoon blue crab fishery and the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. *Marine Mammal Science*. 18 (4): 819-832 p.
- Nowacek, S. M., R. S. Wells y A. R. Solow. 2001. Short-term effects of boat traffic on bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida. *Marine Mammal Science*. 17 (4): 673-688 p.
- Orozco-Meyer, A., 2001. Uso del hábitat por la tonina (*Tursiops truncatus*) y su relación con las mareas en la Bahía de San Jorge, Sonora, Tesis Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 78 p.
- Pantaleón-López, B., G. Aceves y I. A. Castellanos. 2005. Distribución y abundancia del zooplancton del complejo lagunar Chacahua-La Pastoría, Oaxaca, México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 76: 63-70 p.
- Pereyra-Díaz, D. y A. J. A. Pérez-Sesma. 2005. Hidrología de superficie y precipitaciones intensas 2005 en el estado de Veracruz. En Calatayud Duhalt, L. (Ed.) *Inundaciones 2005 en el estado de Veracruz*. Universidad

- Veracruzana y Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología, Veracruz, 81-99 p.
- Pérez-España, H., J. M. Vargas-Hernández, H. Reyes-Bonilla, J. Santander-Monsalvo, R. S. Gómez-Villada, M. Á. Lozano-Aburto, J. Miranda-Zacarías, M. Damián-Velázquez, A. Hernández-Romero y M. Á. Román-Vives. 2008. Caracterización ecológica y monitoreo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano: Primera Etapa Universidad Veracruzana, Centro de Ecología y Pesquerías, 76 p.
- Peterson, D., N. Hanazaki y P. C. Simões-Lopes. 2008. Natural resources appropriation in cooperative artisanal fishing between fishermen and dolphins (*Tursiops truncatus*) in Laguna Brazil. *Ocean and Coastal Management* 51: 469-475 p.
- Pierpoint, C. y L. Allan. 2006. Bottlenose dolphins and boat traffic on the Ceredigion Coast, West Wales 2004 & 2005. Department of Environmental Services and Housing, 55 p.
- Plagányi, E. E. y D. S. Butterworth. 2005. Indirect Fishery Interactions. En Reynolds III, J. E., W. F. Perrin, R. R. Reeves, S. Montgomery y T. J. Ragen (Eds.) *Marine Mammal Research Conservation beyond Crisis*. The Johns Hopkins University Press, 19-45 p.
- Quinn, T. P. y R. D. Brodeur. 1991. Intra-specific Variations in the Movement Patterns of Marine Animals. *American Zoologist*. 31 (1): 231-241 p.
- Ramírez-Romero, T., E. Morteo y E. Portilla-Ochoa, 2005. Basic aspect on the biology of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the Coast of Nautla, Veracruz. En 16th Biennial Conference. 12-16 de diciembre 2005 San Diego, CA, USA.
- Rangel-Avalos, M. A., L. K. B. Jordan, B. K. Walkerm, D. S. Gilliam, E. C. Hinojosa y R. E. Spieler, 2008. Fish and Coral Reef Communities of the Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (Veracruz Coral Reef System National Park) Veracruz, Mexico: Preliminary Results. En Proc. of the 60th Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute Meeting. Punta Cana, Dominican Republic.
- Read, A. J. 2008. The looming crisis: interactions between marine mammals and fisheries. *Journal of Mammalogy*. 89 (3): 541-548 p.
- Read, A. J., P. Drinker y S. Northridge. 2006. Bycatch of Marine Mammals in U.S. and Global Fisheries. *Conservation Biology*. 20 (1): 163-169 p.
- Reeves, R. R., A. J. Read y G. Notarbartolo di Sciara. 2001. Report of the Workshop on Interactions between Dolphins and Fisheries in the Mediterranean: Evaluation of Mitigation Alternatives. Instituto Central Per la Ricerca Applicata al Mare, 1-4 p.

- Reeves, R. R., B. S. Stewart, P. J. Clapham, J. A. Powell y P. A. Folgens. 2002. Guide to Marine Mammals of the World. Chanticleer Press. edición. New York. 527 pp.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo rural Pesca y Alimentación). 2005. Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-029-PESC-2004, Pesca responsable de tiburones y rayas, Especificaciones para su aprovechamiento. Diario Oficial de la Federación.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo rural Pesca y Alimentación). 2006. ACUERDO por el que se modifica el periodo de veda para la captura de las especies de camarón en aguas marinas de jurisdicción federal del Golfo de México de la zona comprendida desde la desembocadura del Río Bravo en Tamaulipas, hasta la desembocadura del Río Coatzacoalcos en Veracruz, establecido en el artículo primero, fracción I del acuerdo publicado el 28 de abril de 2006. Diario Oficial de la Federación.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo rural Pesca y Alimentación). 2007. ACUERDO por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la captura de las especies de camarón en aguas marinas y de los sistemas lagunarios estuarinos de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe. Diario Oficial de la Federación.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo rural Pesca y Alimentación). 2008. Prospectiva del Subsector Acuícola y Pesquero en el Estado de Veracruz. Gobierno del Estado, 203 p.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo rural Pesca y Alimentación). 2009. ACUERDO por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la captura de todas las especies de camarón en aguas marinas y de los sistemas lagunarios estuarinos de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe. México, DF, Diario Oficial de la Federación.
- Salas-Monreal, D., D. A. Salas-de-León, M. A. Monreal-Gómez y M. L. Riverón-Enzástiga. 2009. Current rectification in a tropical coral reef system. Coral Reefs. 28 (4): 871 p.
- Salas-Pérez, J. J. y A. Granados-Barba. 2008. Oceanographic characterization of the Veracruz reefs system. *Atmósfera*. 21 (3): 281-301 p.
- Salas-Pérez, J. J., J. M. Vargas-Hernández, V. Arenas-Fuentes y P. Balderas-Cruz. 2007. Trayectoria de Masas de Agua en el Parque Sistema Arrecifal Veracruzano y Modelos Numéricos: Circulación de Verano. En Granados-Barba, A., I. G. Abarca-Arenas y J. M. Vargas-Hernández (Eds.) *Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. Universidad Autónoma de Campeche, 304 p.

- Schramm, Y., 1993. Distribución, movimientos, abundancia e identificación del delfín *Tursiops truncatus* (Montagu 1821), en el sur de la Laguna de Tamiahua, Ver. y aguas adyacentes (Cetacea: Delphinidae), Tesis Universidad Autónoma de Guadalajara. 174 p.
- Secretaría del Desarrollo Social. 1992. DECRETO por el cual se declara área natural protegida con el carácter de Parque Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del estado de Veracruz Llave, con superficie de 52,238-91-50 hectáreas. Diario Oficial de la Federación.
- SEGOB (Secretaría de Gobernación), 1994. DECRETO por el que se reforma el artículo sexto del diverso que declara área natural protegida con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada en el Estado de Veracruz Llave. Disponible en: <http://dof.gob.mx>. Revisada en julio 2009.
- Segura, I., A. Rocha-Olivares, S. Flores-Ramírez y L. Rojas-Bracho. 2006. Conservation implications of the genetic and ecological distinction of *Tursiops truncatus* ecotypes in the Gulf of California. *Biological Conservation*. 133 (3): 336-346 p.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2006. Situación ambiental de la zona costera y marina, en particular humedales costeros y manglares. Gestión 2000-2006. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/queessemarnat/politica_ambiental/Pages/integracionregional.aspx. Revisada en mayo 2007.
- Simões-Lopes, P. C. 1991. Interaction of coastal populations of *Tursiops truncatus* (Cetacea, Delphinidae) with the mullet artisanal fisheries in southern Brazil. *Biotemas*. 4 (2): 83-94 p.
- Simões-Lopes, P. C., M. E. Fabián y J. O. Menegheti. 1998. Dolphin interactions with the mullet artisanal fishing on Southern Brazil: a qualitative and quantitative approach. *Revista Brasileira de Zoología*. 15: 709-726 p.
- Statsoft Inc, 2007. STATISTICA (data analysis software system). Versión 8.0.
- Teixeira-Moreno, M. P., 2005. Enviromental predictors of bottlenose dolphin distribution and core feeding densities in Galveston Bay, Texas, Tesis Doctoral. Texas A&M University. 102 p.

- Trites, A. W., C. Villy y D. Pauly. 1997. Competition between fisheries and marine mammals for prey and primary production in the Pacific Ocean. *Journal Northwest Atlantic Fishery Science*. 22: 173-187 p.
- Vázquez-Castán, L., A. Serrano-Solís, M. López-Ortega, J. A. Galindo, M. P. Valdes-Arellanes y C. Naval-Ávila. 2007. Caracterización del hábitat de dos poblaciones de toninas (*Tursiops truncatus*, Montagu 1821) en la costa Norte del estado de Veracruz, México. *UDO Agrícola*. 7 (1): 285-292 p.
- Weir, C. R. y K. A. Stockin. 2001. The occurrence and distribution of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and other cetaceans species in the coastal waters of Aberdeenshire. University of Oxford, 63 p.
- Wells, R. S. y M. D. Scott. 2002. Bottlenose Dolphins *Tursiops truncatus* and *T. aduncus*. En Perrin, W. F., B. Würsig y J. G. M. Thewissen (Eds.) *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, San Diego, CA, US. , 122-8 p.
- Wells, R. S. y M. D. Scott. 1999. Bottlenose Dolphin *Tursiops truncatus*. En Ridgeway, S. H. y R. J. Harrison (Eds.) *Handbook of Marine Mammals: Volumen VI, the second book of dolphins and porpoises*. Academic Press, San Diego, CA. E.U. , 137-182 p.
- Wright, A. J., N. Soto-Aguilar, A. L. Baldwin, M. Bateson, C. M. Beale, C. Clark, T. Deak, E. F. Edwards, L. T. Hatch, A. Kakuschke, D. Lusseau, D. Martineau, L. M. Romero, L. S. Weilgart, B. A. Wintle, G. Nobartolo-di-Sciara y V. Martin. 2007. Do Marine Mammals Experience Stress Related to Anthropogenic Noise? *International Journal of Comparative Psychology*. 20: 274-316 p.
- Yáñez-Arancibia, A. 1986. *Ecología de la zona costera: análisis de siete tópicos*. AGT. Primera edición. México. 189 pp.
- Zavala-González, A., J. Urbán-Ramírez y C. Esquivel-Macías. 1994. A note on Artisanal Fisheries Interactions with Small Cetaceans in Mexico. En Perrin, W. F., G. P. Donovan y J. Barlow (Eds.) *Gillnets and Cetaceans*. IWC, Cambridge, 629 p.
- Zavala-Hidalgo, J., B. Martínez-López, A. Gallegos-García, S. L. Morey y J. J. O'Brien. 2006. Seasonal upwelling on the western and southern shelves of the Gulf of México. *Ocean Dynamics*. 56: 333-338 p.
- Zavala-Hidalgo, J., S. L. Morey y J. J. O'Brien. 2003. Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico using a high-resolution numerical model. *Journal of Geophysical Research*. 108 p.

Apéndice

VII.1a. Formato de navegación (LABMMAR 003).

[illegible]

VII.1b. Formato avistamiento (LABMMAR 004).


CENTRO DE ECOLOGÍA Y PESQUERÍAS


Laboratorio de Mamíferos Marinos

Calidad Fotográfica ☐ Localidad: _____ Fecha: ____/____/____
Año / Mes / Día

Horas navegadas: ____ a ____; ____ a ____ Total horas: ____

Embarcación: _____ Fecha e iniciales cuando complete análisis fotográfico: _____ No. Avistamiento: _____

Esfuerzo: ☐ F ☐ O ☐ C ☐ F.O.C. ☐ F.O. Comp. Capt. Horas: ____ a ____

Anotador/Observadores: _____

Sitio: _____ Secchi: ____ M
 Salinidad: ____ ‰
 Profundidad: ____ m
 COND: ____

Latitud inicio: ____ Longitud inicio: ____
 Latitud fin: ____ Longitud fin: ____

Condiciones: _____

Temp. Agua: ____ °C ☐ E ☐ T Marea: ☐ DEN ☐ FUE ☐ ALT ☐ BAJ ☐ Rumbo: ____ E.B. ____
1 2 3 4 180° 90° 0° 270°

Actividad: Vago Alm. Prob. Alm. Vaje Juego Desc Salto Golpe Caudal Social Lancha Otro Evas
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 X

ESTIMACIÓN DE CAMPO				ANÁLISIS FOTOGRÁFICO					
	MIN	MAX	MEJOR	POS Os	MIN sin ID	MAX sin ID	Revisado MIN	Revisado MAX	Revisado MEJOR
TOTAL DELFINES									
TOTAL JÓVENES									
TOTAL CRÍAS <1 AÑO									
TOTAL RECIÉN NACIDOS									

Fotografías: Cámara Canon: ____ a ____ Blanco ☐ Cámara Nikon: ____ a ____ Blanco ☐
 Camarógrafo Canon: _____ Camarógrafo Nikon: _____ Video: _____
 Observaciones: _____

Animales asociados:			Comportamiento:			
Delfines Avistados:			Por intervalo		Ad libitum	
Nombre	Código	Conf.	Individuo	Actividad (nt. 3 min)	Horas	Ad. Inic. Obs.
				0 3 6 9		

Hoja _ de _

LABMMAR 004 - 2007-06-15