



Dinámica de la pesca ribereña palangrera de Teacapán (Sinaloa, México) al operar con anzuelos circulares 13/0

Informe Técnico Final

PARTICIPANTES

Juan Fernando Márquez Farías (Instituto Nacional de Pesca)
Erasmó Brambila López (Consultor de World Wildlife Fund-México)
Jesús Ricardo Rojas Peraza (Consultor de World Wildlife Fund-México)
José Alejandro Rodríguez Valencia (World Wildlife Fund-México)

Este reporte debe citarse como:

INAPESCA/WWF. 2009. Dinámica de la pesca ribereña palangrera de Teacapán (Sinaloa, México) al operar anzuelos circulares 13/0. 25 p. Disponible en: <http://www.wwf.org.mx>.

Junio 2009



Contenido

1. Resumen ejecutivo	2
2. Introducción	3
3. Materiales y métodos	5
4. Resultados	7
4.1. Composición y abundancia de la captura	8
4.2. Eficiencia de captura de los anzuelos	14
4.3. Relación entre la estacionalidad de la columna de agua y la ocurrencia de neonatos y juveniles de tiburones	16
4.4. Desempeño económico de los anzuelos	19
5. Discusión	22
6. Literatura citada	23

1. Resumen ejecutivo

Si bien la experimentación con anzuelos circulares en flotas de altura y mediana altura del Pacífico mexicano ha sido abundante, la experimentación con flotas artesanales ha sido escasa. Los anzuelos circulares representan una opción para reducir la captura incidental de tortugas marinas e incrementar la selectividad de las especies objetivo en la pesca con palangre. Aquí presentamos los resultados de desempeño y rédito obtenidos con la operación continua a lo largo de un año (abril 2008 – marzo 2009) de palangres comerciales (dos palangres de 200 anzuelos circulares 13/0 cada uno) en la pesca artesanal aledaña a Teacapán (Sinaloa). Esta información es útil para informar escenarios relacionados con su uso masivo.

El esfuerzo aplicado fue de 48,000 anzuelos. Un pescador comercial local operó los palangres, seleccionando las zonas y tiempos de pesca, carnadas y modalidad de operación (superficie o fondo). En general, los palangres se operaron durante diez días (consecutivos o no) de cada mes. La mayoría (88%) de los lances totales fueron de fondo (profundidad promedio: 33 m).

De acuerdo con las curvas de riqueza de especies acumulada, los palangres capturaron rápidamente la mayoría de las especies vulnerables (especialmente de fondo). Las capturas de invierno y verano fueron las más diversas. La mayor parte de la abundancia total de la captura (95%) estuvo representada por chihuiles, tiburones, rayas y mantas, tortugas marinas, pargos, berrugas, corvinas, jureles y atunes.

Las tasas de captura indican la existencia de recursos con amplia disponibilidad (p. ej. chihuiles, con valores extremos de hasta 70 organismos/viaje), disponibilidad moderada (p. ej. el cazón *R. longurio*, con valores de hasta 32 organismos/viaje) y recursos de baja disponibilidad que pueden tener baja abundancia permanentemente o pulsos cortos de abundancia no siempre detectables (p. ej. la raya tecolote *R. steindachneri*). Las tasas de captura de los lances superficiales fueron más discretas que las de fondo y las tasas de captura de tortugas marinas fueron particularmente altas en los lances de fondo. Observamos amplia variabilidad en la vulnerabilidad de las especies a los anzuelos, de acuerdo con su morfología y dimensiones.

La columna de agua en la zona de estudio tiene una marcada estacionalidad, con las temperaturas más cálidas entre agosto y septiembre y la temporada fría entre noviembre y mayo. La variabilidad en las temperaturas medias mensuales es tan baja, que los errores típicos de las medias son prácticamente inexistentes, sugiriendo



que aún las diferencias diurnas están ausentes. La zona es influenciada por un complejo sistema de giros que mantienen bien mezclada la columna de agua.

Existen especies (como el tiburón bironche) cuya presencia aparentemente no es influenciada por la temperatura del agua, pues sus adultos (incluyendo hembras preñadas) y juveniles ocurren en tres periodos regularmente espaciados. En otras especies de tiburón fue rara la ocurrencia de adultos. Los juveniles de *S. lewini* estuvieron presentes todo el año y detectamos neonatos cuando la temperatura del agua alcanza su mayor valor. Los juveniles de *S. zygaena*, tiburón volador y tiburón puntas blancas se presentaron únicamente en el periodo frío, mientras que los de tiburón tigre se presentaron durante el periodo de calentamiento. La incidencia de tiburones neonatos y juveniles confirma la relevancia de la zona como área de alumbramiento.

En términos generales, solo la mitad de la captura es comercializada, ya sea en la cooperativa de pescadores o con compradores particulares. Destacan entre la captura comercial: i) los chihuales y mantarrayas por su existencia continua; ii) la aleta de tiburón, dorado, pargos, tiburón en trozo y mero por tener el mayor valor económico; y iii) el chihuil bandera y karateka por tener el mínimo valor comercial. Se utilizaron por lo menos 36 especies para carnada, siendo principalmente captura incidental de los palangres.

Los sitios de operación de los palangres normalmente se ubicaron a 23 Km de Teacapán, implicando un gasto típico de \$597.00 pesos (combustible y lubricante). Los ingresos mensuales promedio generados por los palangres fluctuaron notoriamente durante el año, obteniéndose los máximos ingresos en primavera e invierno. En el 61% de los casos, la operación de los palangres representó pérdida económica al comparar los ingresos contra el costo promedio del viaje de pesca. La captura no comercializada siempre fue usada como carnada o para consumo personal. Cuando hubo ganancia, ésta fue entre 1 y 5.2 veces (promedio=1.4 veces) mayor que el costo promedio del viaje de pesca.

Sería apropiado considerar una opción regulatoria para la pesca artesanal palangrera basada en temporalidad, arte de pesca más selectiva y lógica económica, de manera que se asegure la conservación de estados de vida clave (juveniles y neonatos). La variedad de artes de pesca utilizadas en la pesca artesanal evita que la regulación de un solo arte de pesca pueda garantizar la conservación de una especie. Por ejemplo, los tiburones martillos son frecuentemente capturados en la región a partir de junio (cuando las hembras se aproximan a la costa para el alumbramiento) y se podría evitar su captura seleccionando una combinación apropiada de anzuelo, carnada y operaciones pesqueras. Sin embargo, la captura (dirigida o incidental) de juveniles y neonatos en las redes de enmalle que también se utilizan prácticamente todo el año continuará causando mortalidad por pesca importante.

2. Introducción

La captura incidental es un grave problema de la pesca, sobre todo cuando afecta a especies poco resilientes que no soportan niveles sostenidos de mortalidad por pesca (Hall 1996, Musick 1999). Generalmente, los problemas de la pesca incidental pueden aminorarse con modificaciones tecnológicas en los sistemas de captura.

A nivel global, las poblaciones de tiburones y rayas están siendo sobre-explotadas y sus abundancias han decrecido notoriamente (Alverson et al. 1994). La pesca mexicana de elasmobranquios se practica por embarcaciones menores (40% de la producción total nacional) y de mediana altura y de altura



(combinadas representan 60% de la producción total nacional) operando redes de enmalle y palangres de variadas dimensiones y con diferentes niveles de autonomía y tecnificación (CNP 2004). Existen importantes vacíos de conocimiento biológico-pesquero y poco desarrollo tecnológico en la pesca mexicana con palangre (Bonfil 1994, Márquez-Farías 2005, Santana-Hernández y Valdez-Flores 2006). Sin embargo, durante la última década las flotas nacionales capturaron 30,000 - 35,000 toneladas de elasmobranquios al año (CONAPESCA-INP 2004).

Recientemente, México desarrolló un Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y Especies Afines (PANMCT, CONAPESCA-INP 2004), como parte del compromiso internacional para reducir la captura incidental (FAO 1995). En 2007, también se definieron en México tasas permisibles de captura incidental de especies exclusivas de la pesca deportiva para las flotas comerciales industriales y de mediana altura.

Experimentos intensivos de anzuelos circulares efectuados con las flotas palangreras artesanales de Ecuador, Perú, Colombia, Panamá y Guatemala han demostrado que esos anzuelos reducen la captura incidental de tortugas marinas en la pesca con palangre (Cramer 2004, Hall et al. 2005, Largacha et al. 2005). Estos anzuelos tienen una modificación en su parte terminal que incrementa el enganchamiento de peces en sus mandíbulas y dificulta el paso del anzuelo hacia las vísceras, por lo que incrementa la sobrevivencia de los organismos que se liberan (Cooke et al. 2003, Jenkins 2003, Cooke y Suski 2004, Kerstetter y Graves 2006).

La experimentación en México con ese tipo de anzuelos se ha efectuado con flotas de altura y mediana altura de Colima y flotas ribereñas de Sinaloa (Santana-Hernández y Valdez-Flores 2005, Galeana Villaseñor et al. 2005, Santana-Hernández y Valdez-Flores 2006; Rodríguez-Valencia et al. 2008). Los resultados obtenidos con las flotas mexicanas de altura y mediana altura han indicado que los rendimientos de captura de tiburones con anzuelos circulares (45 mm x 18 mm) no difieren de los obtenidos con anzuelos rectos, por lo que han sido recomendados por la Norma Oficial Mexicana 029-PESC-2006 para la pesca con palangre de deriva o de fondo en las flotas industriales y mediana altura. Sin embargo, queda pendiente la recomendación para flotas ribereñas.



Experimentos previos con la flota artesanal sinaloense (Rodríguez-Valencia et al. 2008) definieron la eficiencia de captura de anzuelos circulares y rectos de diferentes calibres, durante la temporada de tiburón y dorado. El presente proyecto evaluó el comportamiento pesquero y económico del anzuelo circular 13/0, a través de su uso continuo durante un año, bajo las operaciones típicas locales de pesca comercial. Este nivel de detalle sobre la eficiencia de captura y rédito, obtenido a través de su uso continuo, sirve para informar escenarios relacionados con su uso masivo.

3. Materiales y métodos

La pesca artesanal con palangre es común en las aguas aledañas a Chametla y Teacapán (Sinaloa, Fig. 1). Es una zona de alumbramiento para una variedad de especies de tiburón. Las flotas palangreras locales ha sido descritas en Rodríguez-Valencia et al. (2008).

Los palangres (200 anzuelos circulares 13/0 por palangre) fueron operados (por lo menos 10 días al mes, consecutivos o no) por un pescador comercial local durante abril 2008 y marzo 2009. El pescador seleccionó las zonas y tiempos de pesca, carnadas y modalidad de operación (superficie o fondo).

Todos los viajes de pesca fueron monitoreados por un observador a bordo entrenado en la identificación de especies locales, muestreo biológico, liberación y reanimación de tortugas marinas, así como valoración comercial de la captura.

Relacionamos la presencia de cazones o neonatos con la estacionalidad de la columna de agua, monitoreando la temperatura del agua (°C) con un censor HOBO Water Temp Pro v2 Logger suspendido en la mitad de la columna de agua (8 m, LN 22°31', LW 105°51'). El censor efectuó una lectura cada dos horas, entre mayo y diciembre 2008.

Para su análisis, la frecuencia de la captura se clasificó por especie, frecuencia de talla y procedencia (profundidad, distancia de la costa). Las tallas y pesos de la captura (frecuencia relativa por intervalos de clase) fueron también analizados, para definir la estructura poblacional vulnerable al anzuelo.

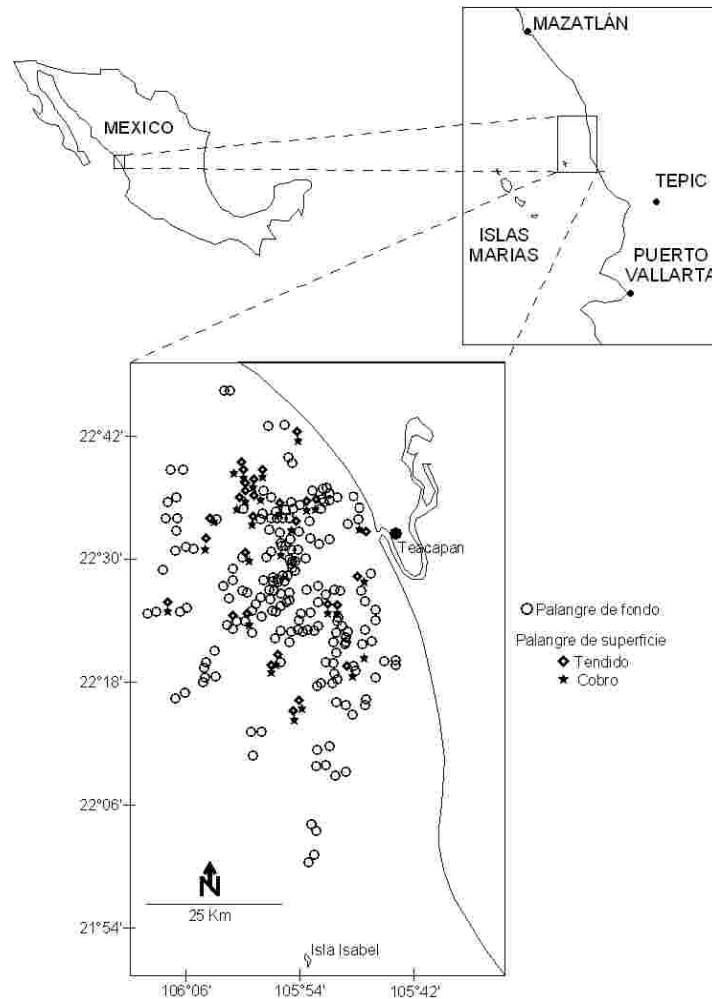


Fig. 1. Área de estudio y ubicación de sitios de operación de los palangres.

Debido a que los palangres fueron operados 10 días por mes, usamos curvas de la riqueza de especies acumuladas para determinar el número de días fue suficiente para definir la riqueza de especies vulnerable al anzuelo (lances de fondo y superficie separados y combinados). En caso de haber sido suficiente, la variación en el valor de riqueza de especies disminuye y las curvas se vuelven asintóticas (Ferry y Cailliet 1996). Las curvas fueron generadas en MATLAB con una frecuencia de aleatorización y remuestreo de 300 iteraciones.



4. Resultados

El esfuerzo total aplicado en el experimento fue 48,000 anzuelos. La mayoría de los lances (88%) fueron de fondo (profundidad promedio: 33 m, profundidad máxima: 64 m y profundidad mínima: 5.5 m) y el resto (12%) fue de superficie. Los lances superficiales (deriva) fueron más cercanos a la costa, mientras que los lances de fondo (anclados) fueron más distantes de la costa.

El número de especies capturadas en el experimento se acumuló rápidamente. Antes de haber terminado el segundo mes de muestreo, había ya tendencias asintóticas en la curva y tras 80 días de muestreo había ya pocas posibilidades de capturar nuevas especies (Fig. 2 a). El análisis independiente de las curvas definidas por los lances de fondo y superficie reveló que los anzuelos en el fondo habían capturado la mayor parte de la diversidad vulnerable al término de dos meses de muestreo (Fig. 2 b).

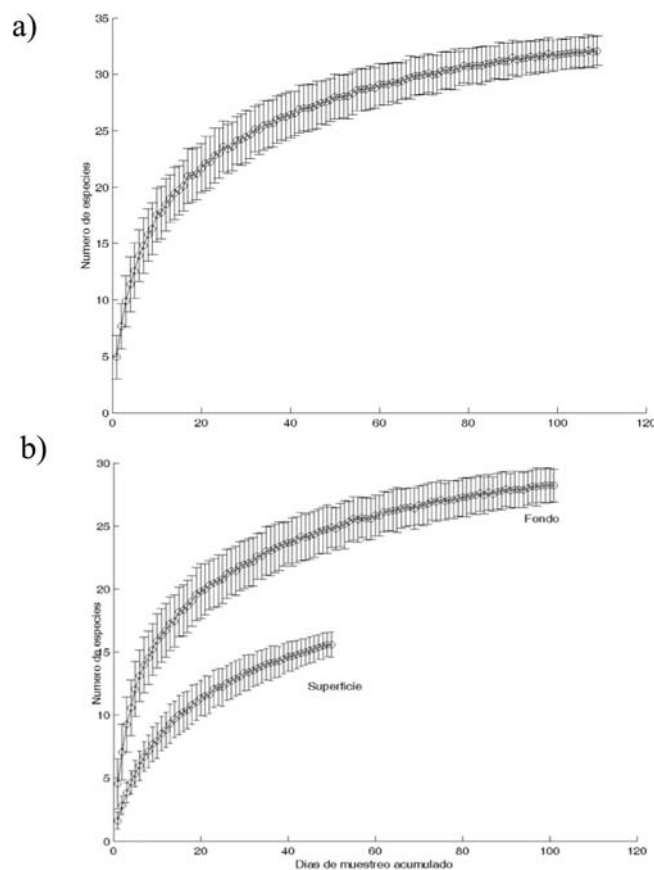


Fig. 2. Curvas de riqueza acumulada de especies. a) Análisis general (lances de superficie y fondo combinados), b) Análisis de lances de fondo y superficie por separado.



Los lances de superficie no fueron tan frecuentes como los de fondo. Debido a esto, la relación entre el promedio acumulado de especies y el error estándar de los lances de superficie no mostró un patrón tan marcado como la de los lances de fondo (donde el error estándar cruzó el eje del promedio acumulado de especies antes del valor correspondiente a 30 especies). Esto sugiere que los anzuelos de superficie aún tenían buenas posibilidades de capturar nuevas especies (Fig. 3 a y b).

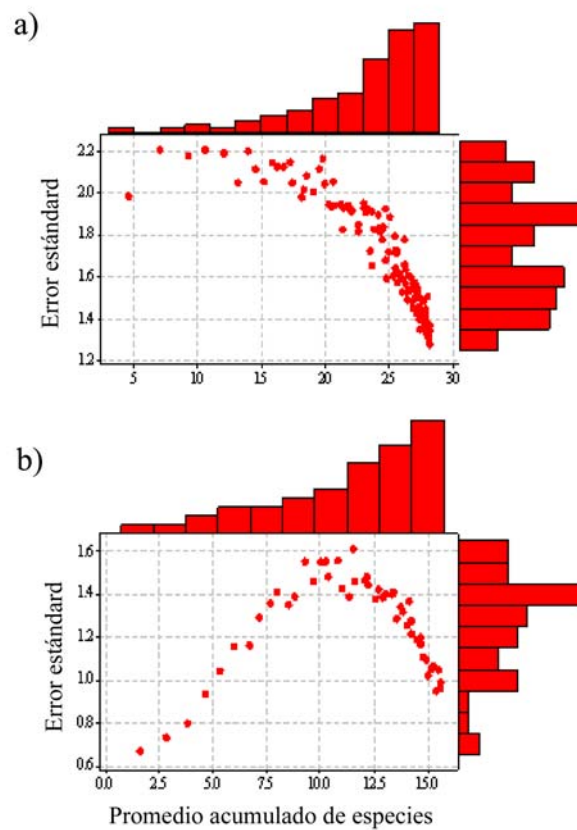


Fig. 3. Relaciones del promedio acumulado de especies y su error estándar. a) Lances de fondo, b) Lances de superficie.

4.1. Composición y abundancia de la captura

Los palangres capturaron 40 especies (Tabla I). La zona es parte del corredor migratorio de varias especies pelágicas, por lo que la riqueza y composición de especies varían estacionalmente (Tabla II). Los componentes más constantes fueron los chihuiles, tiburones, rayas y mantas, tortugas marinas, pargos, berrugatas, cirvinas, jureles y atunes; quienes por si solos acumularon 95% de la abundancia relativa total (5151 organismos). Las capturas de invierno y verano fueron las más diversas.



Tabla I. Composición de la captura total.

Grupo genérico	Nombre común	Nombre científico
Bagre o chihuil	Bagre o chihuil karateca	<i>Arius seemann</i>
	Bagre o chihuil bandera	<i>Arius platypogon</i>
	Chihuil cóndor	
	Chihuil tamborón	
Tiburones	Tiburón bironche	<i>Rhizoprionodon longurio</i>
	Tiburón martillo ó cornuda	<i>Sphyrna lewini</i>
		<i>Sphyrna zygaena</i>
	Tiburón tigre ó tintorera	<i>Galeocerdo cuvieri</i>
	Tiburón volador	<i>Carcharhinus limbatus</i>
Tiburón puntas blancas	<i>Carcharhinus longimanus</i>	
Tortugas marinas	Tortuga golfina	<i>Lepidochelys olivacea</i>
Mantas y rayas	Raya tecolote	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
	Mantarraya cubana	<i>Mobula tarapacana</i>
	Mantarraya arenera	<i>Dasyatis longus</i>
	Raya gavilán	<i>Aetobatus narinari</i>
	Pez guitarra ó diablo	<i>Rhinobatus glaucostigma</i>
	Raya mariposa	<i>Gymnura marmorata</i>
	Raya negra	<i>Dasyatis violacea</i>
Pargos	Pargo coconaco	<i>Hoplopagrus guntheri</i>
	Pargo mareño	<i>Lutjanus colorado</i>
	Pargo amarillo	<i>Lutjanus argentiventris</i>
	Pargo huachinango o lunarejo	<i>Lutjanus guttatus</i>
	Pargo prieto	<i>Lutjanus novemfasciatus</i>
Baquetas	Baqueta	<i>Epinephelus acanthistius</i>
Berrugas	Berrugata	<i>Micropogonias ectenes</i>
Jureles	Jurel	<i>Caranx caninus</i>
Serpiente Marina	Serpiente Marina	
Pez ratón	Pez ratón	<i>Polydactylus aproximans</i>
Corvinas	Corvina	<i>Cynoscion parvipinnis</i>
	Corvina chana	<i>Cynoscion reticulatus</i>
Mero	Mero	<i>Epinephelus itajara</i>
Atún	Barrilete rayado	<i>Katsuwonus pelamis</i>
	Bonito	<i>Sarda velox</i>
Picudos	Pez vela	<i>Istiophorus platypterus</i>
Pez gallo	Pez gallo	<i>Nematistius pectoralis</i>
Barracuda	Barracuda	<i>Sphyraena ensis</i>
Dorado	Dorado	<i>Coryphaena hippurus</i>
Bacoca	Bacoca	
Calamares	Calamar gigante	<i>Dosidiscus gigas</i>
Palometas	Palometa	<i>Peprilus snyderi</i>



Tabla II. Temporalidad de la captura total.

Grupo genérico	MES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Bagre o chihuil	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tiburones	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rayas y mantas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tortugas marinas		X		X	X	X		X	X			X
Pargos		X			X	X	X		X	X	X	
Berrugas	X	X			X			X			X	
Corvinas	X		X					X	X	X	X	X
Jureles					X		X	X	X	X	X	X
Atún	X	X					X	X	X	X	X	
Serpiente Marina		X				X						
Pez ratón						X						
Mero							X					
Picudos							X					
Pez gallo								X		X		
Baquetas					X							
Barracuda								X				
Dorado	X											
Calamares		X										
Palometas		X										

En términos generales, ambos palangres tuvieron desempeño similar en cuanto al número de organismos capturados (Fig. 4). Únicamente observamos disparidades en la abundancia de raya recolote (*R. steindachneri*), debido posiblemente a que alguna corrida migratoria de esa especie coincidió con solo uno de los palangres.

Observamos diferencias en la abundancia y composición de la captura dependiendo el tipo de lance (Fig. 5), debido seguramente a la conducta propia de las especies. Únicamente las capturas de chihuales y el cazón (*R. longurio*) fueron similares en la superficie y el fondo.

Detectamos algunos patrones en las capturas: los chihuales fueron capturados en lances de fondo y superficie sin importar el intervalo de profundidad o la distancia de la costa; los pargos fueron capturados solo en los lances de fondo (por su asociación con el sustrato); el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) fue capturado en lances de superficie y de fondo a profundidades ≥ 20 m; las capturas del cazón *R. longurio* y la raya tecolote (*R. steidachneri*) fueron mayores en los lances de fondo; y las capturas de tortugas fueron mayores en lances de fondo ≥ 25 m (Fig. 6).

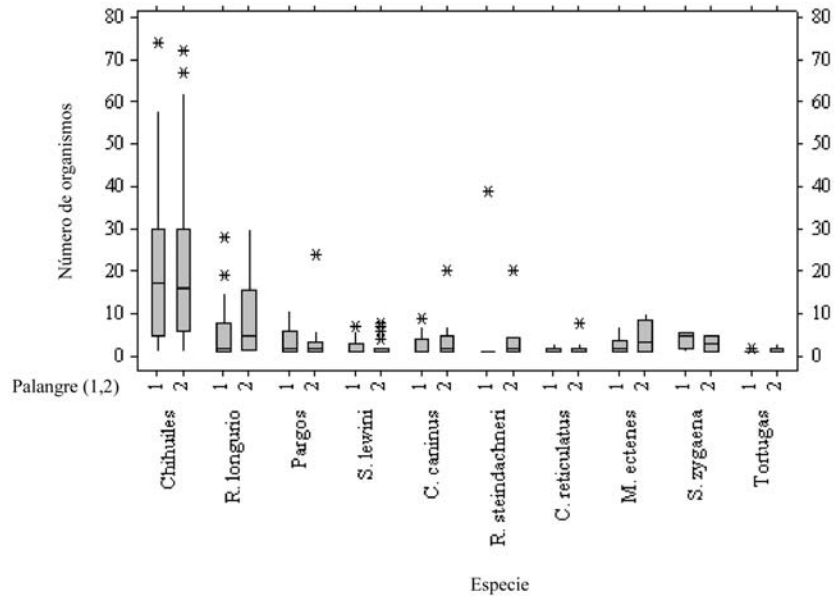


Fig. 4. Comparación de la captura por sistema de pesca para las principales especies.

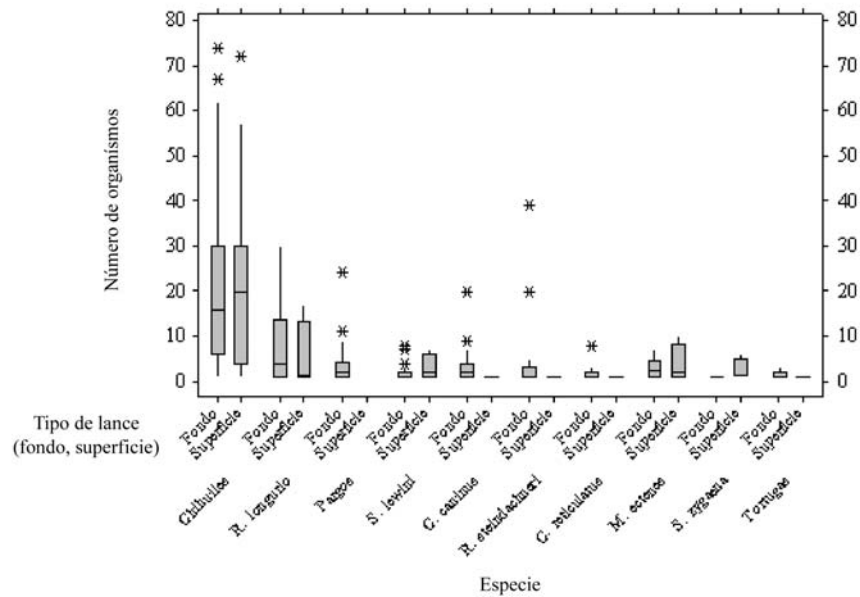


Fig. 5. Abundancia de la captura por tipo de lance.

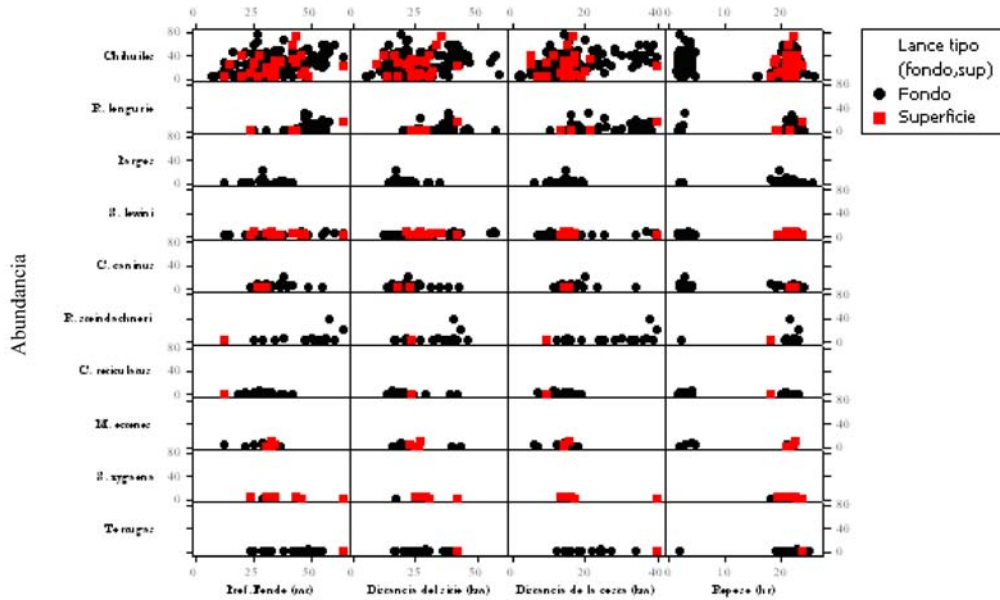


Fig. 6. Patrones de abundancia en relación a algunos factores medidos.

Durante el año se utilizaron al menos 36 especies como carnada, siendo la mayoría de ellas capturadas incidentalmente. Su disponibilidad varió temporalmente (Tabla III); pero la lisa, mojarra, jurel, chivo y chihuales se utilizaron prácticamente todo el año. Cada viaje de pesca requirió el uso de 20-35 Kg de carnada por palangre.



Tabla III. Temporalidad de las especies utilizadas como carnada.

ESPECIE	MES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1. Lisa (<i>Mugil curema</i>)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Mojarra (<i>Eucinostomus gracilis</i>)				X	X	X				X	X	
3. Torito o Jurel (<i>Caranx caninus</i>)	X	X		X	X	X			X	X	X	
4. Chivo (<i>Pseudopenaeus grandisquamis</i>)		X	X	X	X	X				X	X	X
5. Chihuil karateca (<i>Arius seemanni</i>)		X			X		X	X	X		X	
6. Chihuil bandera (<i>Arius platypogon</i>)	X	X			X	X	X	X	X		X	
7. Sardina (<i>Opisthonema libertate</i>)				X	X					X	X	X
8. Chabela (<i>Chaetodipterus zonatus</i>)	X								X	X		
9. Chabelita (<i>Carangoides otrynter</i>)		X										
10. Boca dulce (<i>Menticirrhus elongatus</i>)			X						X		X	X
11. Salmonete (<i>Diplectrum eumelum</i>)		X								X		
12. Palometa (<i>Peprilus snyderi</i>)										X		
13. Serpiente marina		X	X							X	X	
14. Sierra (<i>Scomberomorus sierra</i>)			X							X	X	X
15. Ratón (<i>Polydactylus aproximans</i>)		X								X	X	X
16. Barracuda (<i>Sphyaena ensis</i>)		X								X		
17. Mojarra piedra										X		
18. Mojarra cantileña		X	X							X	X	
19. Quirra										X	X	
20. Chile (<i>Synodus scituliceps</i>)		X								X		X
21. Piña ó Rayadita (<i>Oligoplites refulgens</i>)										X		
22. Sardina monterrey (<i>Sardinops caeruleus</i>)	X	X										
23. Macarela (<i>Scomber japonicus</i>)		X										
24. Parguito lunarejo (<i>Lutjanus guttatus</i>)		X	X									
25. Miona		X										
26. Ojotón (<i>Selar crumenophthalmus</i>)		X										
27. Calamar gigante (<i>Dosidiscus gigas</i>)		X										
28. Mojarra (<i>Eucinostomus entomelas</i>)									X	X	X	X
20. Chiro (<i>Elops affinis</i>)		X		X				X		X		
30. Burro prieto (<i>Pomadasys nitidus</i>)				X								
31. Dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>)				X			X					
32. Chile verde (<i>Caranx caballus</i>)					X				X			
33. Chabelita (<i>Chaetodipterus zonatus</i>)						X					X	X
34. Burrito (<i>Microlepidotus brevipinnis</i>)						X						
35. Barrilete rayado (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	X							X				
36. Sábalo (<i>Chanus chanus</i>)								X				



4.2. Eficiencia de captura de los anzuelos

Los anzuelos circulares fueron eficientes para capturar recursos de valor, como tiburones, mantarrayas, pargos, jureles, corvinas, chanos y macarelas (Tabla IV).

Tabla VI. Eficiencia de captura de los anzuelos circulares 13/0.

Recurso	Eficiencia de captura (organismos/1000 anzuelos)
Tiburones	8.81
Mantarrayas	2.63
Pargos	2.54
Jurel	2.15
Corvinas	1.35
Chano	0.81
Tortuga golfina	0.58
Macarela	0.52
Barrilete	0.42
Serpientes marinas	0.17
Dorado	0.13
Baqueta	0.06
Morena y Chucho pintado	0.04
Pez vela, Pez ratón, Cherna, Barracuda, Dormilona, Sardina, Palometa, Calamar gigante	0.02

Con excepción de la tortuga golfina, la eficiencia de captura de especies prohibidas fue relativamente baja. El período experimental coincidió con la implementación de un intenso operativo de vigilancia marina y terrestre en la zona por parte de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) y la Armada de México, que derivaron en arrestos y sanciones administrativas para los pecadores que capturaban dorado y tortuga. Debido a esto, el pescador local que operó los palangres evitó al máximo la captura de esas especies y por eso consideramos que las tasas aquí reportadas pueden realmente considerarse captura incidental.

Las tasas de captura indican la existencia de recursos con amplia disponibilidad (p. ej. chihuiles, con valores extremos de hasta 70 organismos/viaje), disponibilidad moderada (p. ej. el cazón *R. longurio*, con valores de hasta 32 organismos/viaje), y recursos de baja disponibilidad que pueden tener permanentemente baja abundancia o tener pulsos cortos de abundancia no siempre detectables (p. ej. la raya tecolote *R. steindachneri*). Las tasas de captura en superficie fueron más discretas que las de fondo (Fig. 7).

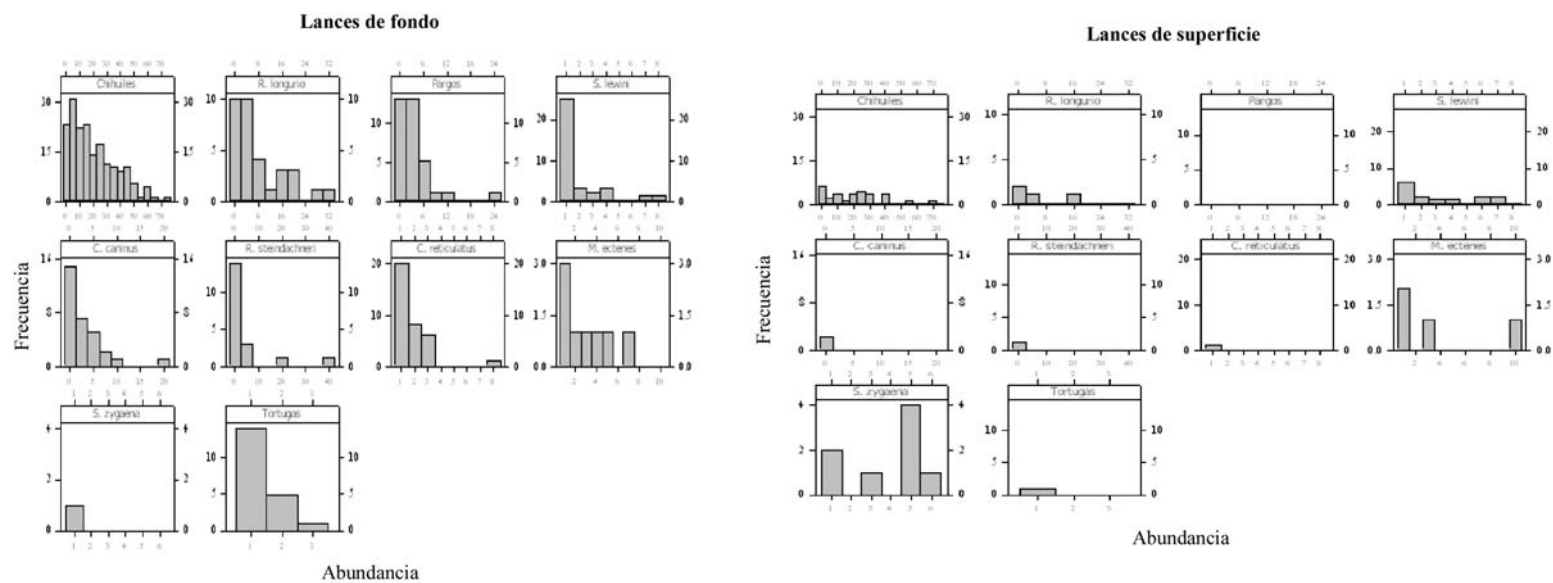


Fig. 7. Distribución de las tasas de captura de los lances de fondo y superficiales.



Observamos amplia variabilidad en la vulnerabilidad de las especies, de acuerdo con su morfología y dimensiones (Fig. 8). Por ejemplo, las especies de dimensiones pequeñas o especies de mayor dimensión pero con boca pequeña no deberían de ser vulnerables. La máxima variabilidad se observó considerando la longitud total de los ejemplares. Los grandes depredadores (p. ej. tiburones martillo) estuvieron representados por juveniles, mientras que el cazón (*R. longurio*) y la raya tecolote (*R. steindachneri*) estuvieron representados por adultos.

4.3. Relación entre la estacionalidad de la columna de agua y la ocurrencia de neonatos y juveniles de tiburones

La columna de agua en la zona de estudio tiene una marcada estacionalidad, con las temperaturas más cálidas entre agosto y septiembre y la temporada fría entre noviembre y mayo (rango anual= 8°C). La variabilidad en las temperaturas medias mensuales es tan baja, que los errores típicos de las medias son prácticamente inexistentes, sugiriendo que aún las diferencias diurnas están ausentes (Fig. 9a). La zona es influenciada por un complejo sistema de giros que mantienen bien mezclada la columna de agua (Fig. 10).

Existen especies (como el tiburón bironche) cuya presencia aparentemente no es influenciada por la temperatura del agua, pues sus adultos (incluyendo hembras preñadas) y juveniles ocurren en tres períodos regularmente espaciados (Fig. 9b). En otras especies de tiburón fue rara la ocurrencia de adultos.

Los juveniles de *S. lewini* estuvieron presentes todo el año y detectamos neonatos cuando la temperatura del agua tiene su mayor temperatura (Fig. 9c). Los juveniles de *S. zygaena*, tiburón volador y tiburón puntas blancas se presentaron únicamente en el período frío (Fig. 9 d,f,g), mientras que los de tiburón tigre se presentaron durante el período de calentamiento (Fig. 9e).

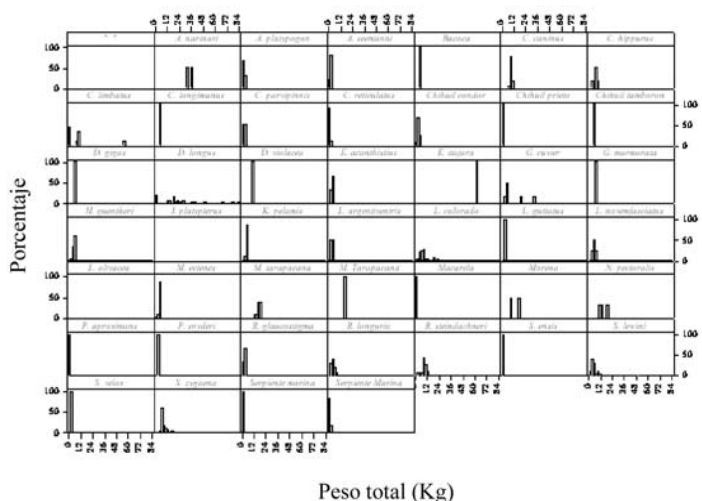
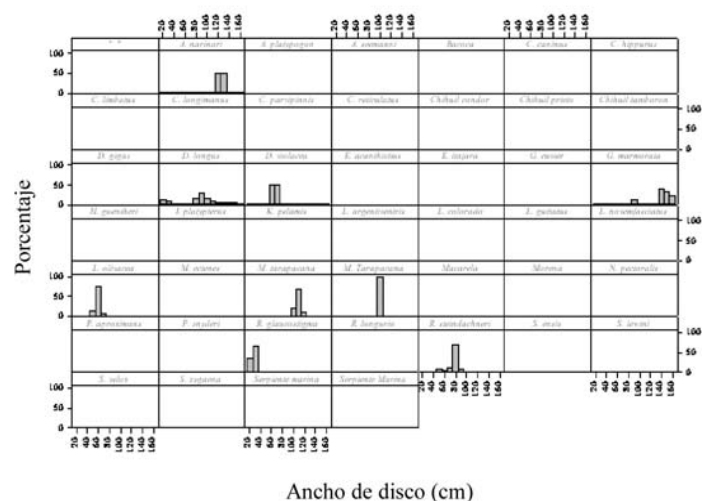
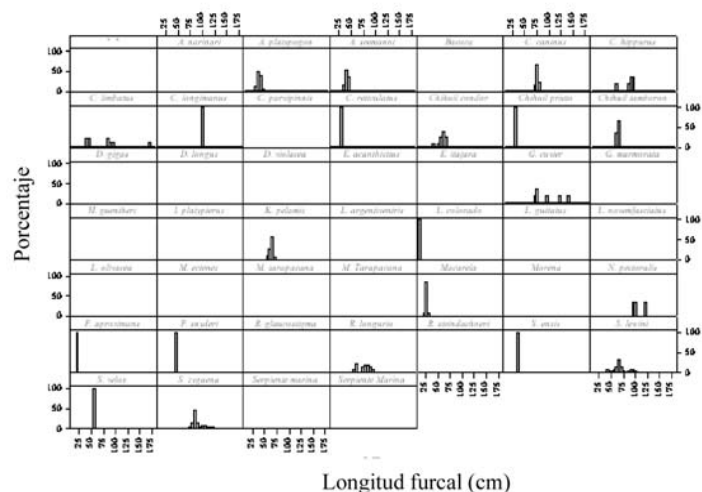
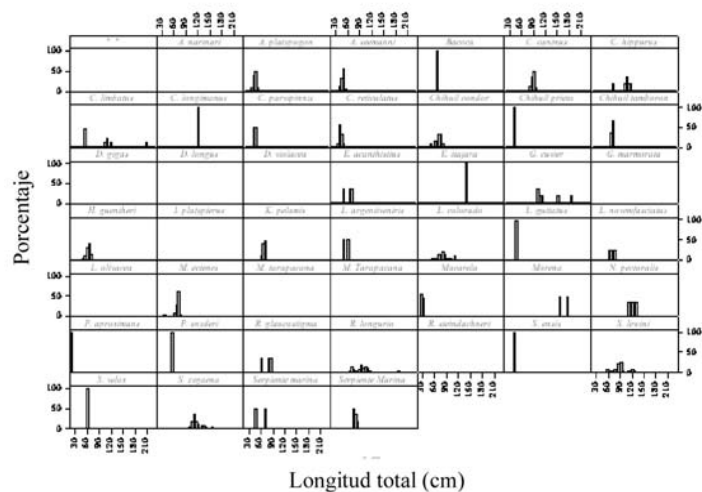


Fig. 8. Vulnerabilidad de las especies a los anzuelos de acuerdo a su morfología y dimensiones.

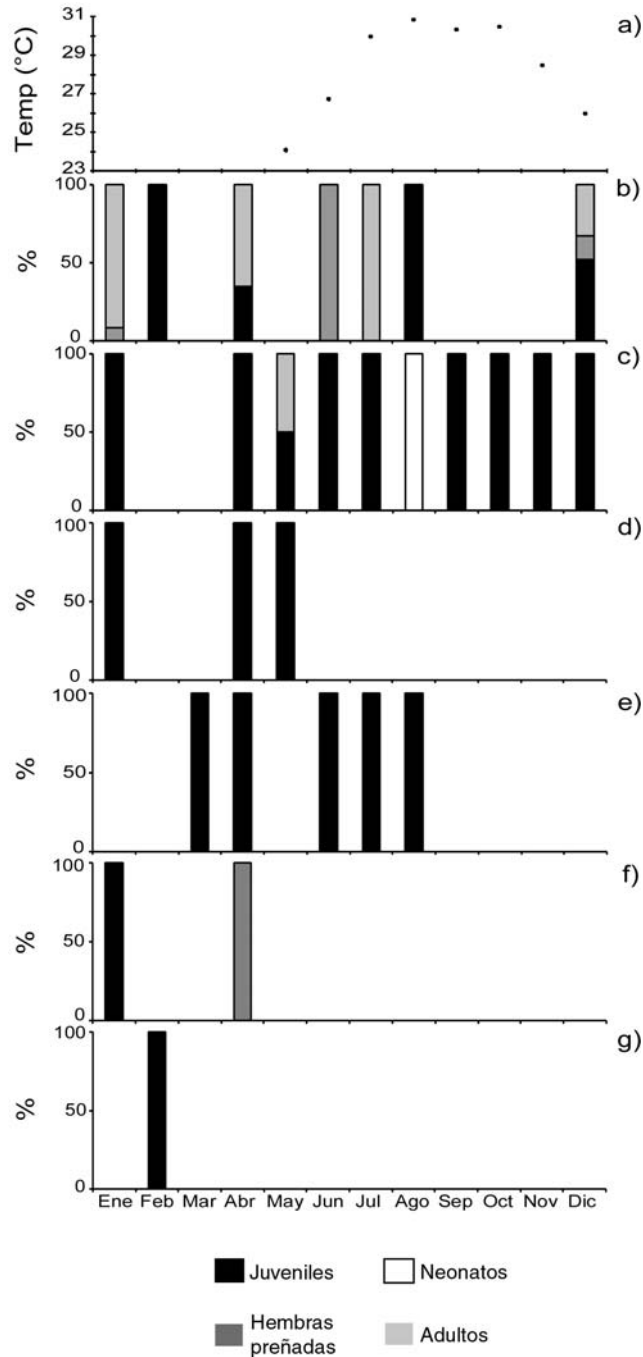


Fig. 9. a) Temperatura mensual promedio (las barras representan el error típico de la media) del agua a 8 m de profundidad en la zona de estudio. Proporción de estadios de madurez en las capturas de b) tiburón bironche, c) *Sphyrna lewini*, d) *Sphyrna zygaena*, e) tiburón tigre, f) tiburón volador y g) tiburón puntas blancas.

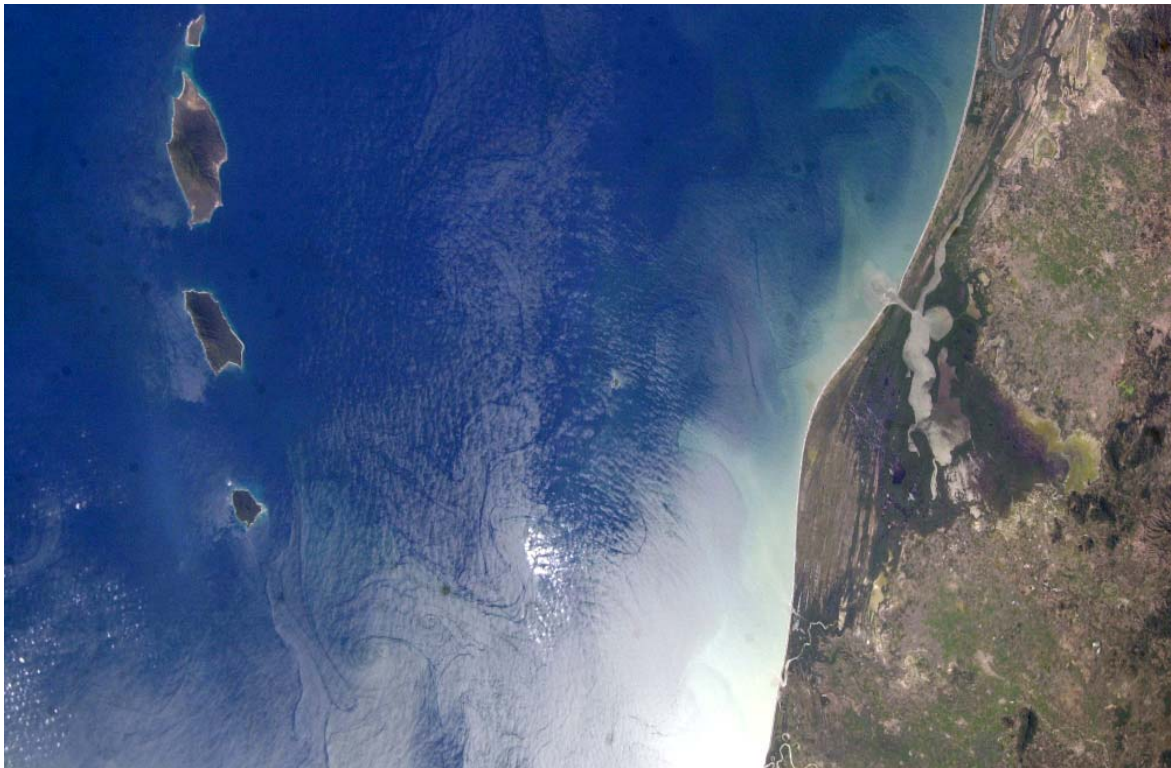


Fig. 10. Giros entre las Islas Mariás y la costa de Marismas Nacionales. Teacapán se ubica sobre la costa, justo en el borde superior de la imagen. Imagen de:

http://earthobservatory.nasa.gov/images/imagerecords/7000/7337/ISS006-E-51456_lrg.jpg.

4.4. Desempeño económico de los anzuelos

Los sitios de pesca se ubicaron entre 4.5 Km y 44 Km de distancia de Teacapán. La distancia más frecuente fue 23 Km y el promedio fue 23.0 ± 0.8 Km. En un par de ocasiones de diciembre 2008, el pescador decidió trabajar en áreas ubicadas a 55-60 Km de distancia.

El costo promedio de combustible y lubricante para el viaje típico (23 Km) fue $\$597.00 \pm 4.00$ pesos, consumiendo 55-80 litros de gasolina y 1.2-1.5 litros de aceite. En los viajes de pesca más lejanos se consumieron hasta 180 litros de gasolina y 3 litros de aceite. No fue necesario gastar dinero en la compra de carnada, pues la captura incidental se utilizaba con ese fin o se capturaban peces para carnada con redes durante los mismos viajes de pesca.

Los ingresos mensuales promedio obtenidos con ambos palangres fluctuaron ampliamente (Fig. 11), identificándose tres períodos de repunte: diciembre-enero (cazón, tiburón y dorado), abril-mayo (cazón,



pargos y baqueta) y septiembre (mantarrayas y pargos). Los máximos ingresos se obtuvieron en primavera e invierno.

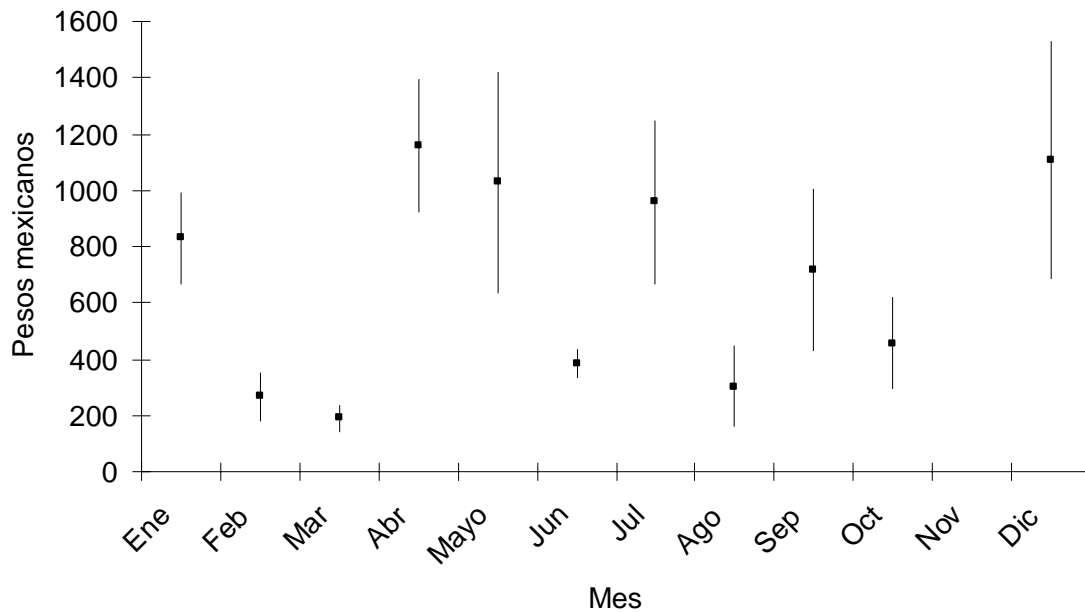


Fig. 11. Ingresos mensuales (media y error típico de la media) obtenidos con los palangres.

Al comparar individualmente el ingreso obtenido con los palangres contra el costo típico del viaje de pesca (\$597.00 pesos), observamos que 61% de los casos representaron pérdida económica (parcial, ya que la captura incidental fue retenida como carnada o para consumo personal). En el 39% restante de las ocasiones, la ganancia económica fue 1 o 5.2 veces (promedio=1.4 veces) mayor que el costo típico del viaje.

En términos generales, solo la mitad de la captura es comercializada, ya sea en la cooperativa de pescadores o con compradores particulares (Tabla V). Destacan entre la captura comercial: i) los chihuales y mantarrayas por su existencia continua; ii) la aleta de tiburón, dorado, pargos, tiburón en trozo y mero por tener el mayor valor económico; y iii) el chihuil bandera y karateka por tener el mínimo valor comercial.



Tabla V. Temporalidad de la captura comercial.

RECURSO	MES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1. Chihuil bandera	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
2. Chihuil karateka	X	X	X	X	X	X	X			X		X
3. Mantarraya	X			X	X	X	X	X	X	X		
4. Cazón	X	X		X	X	X	X					X
5. Pargo mareño		X			X	X	X	X	X	X		
6. Chihuil condor					X	X		X				
7. Pargo coconaco					X		X	X	X			
8. Mero							X					
9. Pargo prieto							X	X				
10. Corvina chana								X				
11. Berrugata	X				X			X				X
12. Aleta de tiburón y tiburón en trozo				X		X						
13. Baqueta					X							
14. Corvina chana										X		
15. Bacoca	X											
16. Dorado	X											
17. Morena												X

Tabla VI. Valor de la captura comercial.

Recurso	Precio por kilogramo (pesos mexicanos)
Aleta martillo	\$550.00
Dorado, pargo prieto	\$40.00
Pargo mareño	\$15.00-\$45.00
Tiburón en trozo	\$8.00-\$45.00
Mero	\$30.00
Baqueta	\$25.00
Cazón	\$20.00-\$23.00
Pargo coconaco	\$20.00
Bacoca	\$20.00
Mantarraya	\$10.00-\$11.00
Corvina chana	\$10.00
Berrugata	\$6.00-\$12.00
Chihuil bandera	\$2.50-\$10.00
Morena	\$8.00
Chihuil condor	\$5.00-\$8.00
Chihuil karateka	\$2.50-\$3.00



5. Discusión.

Este experimento permitió ampliar la gama de calibres de anzuelos circulares que han sido probados con flotas palangreras artesanales del Golfo de California, permitiéndonos ahora conocer el desempeño de los anzuelos circulares 13/0, 14/0, 16/0 y 18/0.

Los anzuelos circulares 13/0 tuvieron una alta eficiencia de captura de tortuga marina y rebasaron incluso las estimaciones obtenidas con palangreros doraderos y tiburoneros artesanales de Sudamérica (Manrique-Bravo et al. 2006, Kelez Sara et al. 2006). Con base en esto, el anzuelo circular 14/0 continúa siendo la mejor opción probada hasta ahora en la región, en términos de eficiencia de captura de especies de interés comercial y menores tasas de captura de tortugas marinas (Rodríguez-Valencia et al. 2008).

Debemos recalcar que la presencia de operativos continuos de vigilancia pesquera en la zona contribuyó efectivamente a reducir la pesca de dorado. Si bien el anzuelo circular 14/0 demostró baja eficiencia para capturar tortuga marina, fue muy eficiente para pescar dorado. Entonces, la combinación de uso efectivo de anzuelo circular de calibre adecuado y vigilancia pesquera efectiva es necesaria para reducir la captura incidental/dirigida de tortuga marina y dorado, sin comprometer la captura comercial.

Si bien la pesca artesanal no está limitada por temporadas oficiales, el análisis económico demostró que existen momentos identificables del año en los cuales la pesca carece de sentido económico.

La presencia de tiburones neonatos y juveniles en momentos definibles del año confirman la relevancia de la zona de estudio como zona de alumbramiento de una variedad de especies de tiburón (mencionada por la NOM-029-PESC-2006). La incidencia de neonatos y juveniles se ha detectado también en aguas someras aledañas a Mazatlán (Márquez Farías, com. pers.), por lo que sería apropiado considerar una opción regulatoria basada en temporalidad, arte de pesca más selectiva y lógica económica para asegurar la conservación de estados de vida clave.

La notable abundancia del chihuil en las capturas representa una oportunidad para cubrir vacíos de conocimiento sobre su reproducción, crecimiento y dinámica de poblaciones. Esto permitirá definirle niveles de explotación sustentable. En este sentido, puede usarse como indicador local de impactos ecosistémicos de la pesca.



Desgraciadamente, la variedad de artes de pesca utilizadas en la pesca artesanal evita que la regulación de un solo arte de pesca garantice una conservación efectiva. Por ejemplo, los tiburones martillos son frecuentemente capturados en la región a partir de junio (cuando las hembras se aproximan a la costa para el alumbramiento) y se podría evitar su captura seleccionando una combinación apropiada de anzuelo, carnada y operaciones pesqueras. Sin embargo, la captura (dirigida o incidental) de juveniles y neonatos en las redes de enmalle que también se utilizan prácticamente todo el año en la región continuará causando mortalidad por pesca importante.

6. Literatura citada.

- Alverson, D.L.; M.H. Freeberg,; J.G: Pope & S.A. Murawski. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Fisheries Technical Paper. No. 339. Rome, FAO. 233 p.
- Bonfil, R. 1994. Overview of World Elasmobranch Fisheries. FAO Fish. Tech. Pap. 341. Rome: FAO.
- CNP (Carta Nacional Pesquera). 2004. Diario Oficial de la Federación. 15 de marzo 2004. Segunda Sección.
- CONAPESCA-INP, 2004. Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y especies afines en México. CONAPESCA e INP. SAGARPA. Mazatlán, México. 85 p.
- Cooke, S.J. and C.D. Suski. 2004. Case Studies and Reviews. Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst. 14(3): 299-326.
- Cooke, S.J.; C.D. Suski; M.J. Siepker & K.G. Ostrand. 2003. Injury rates, hooking efficiency and mortality potential of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) captured on circle hooks and octopus hooks. Fish. Res. 61(1-3):135-144.
- Cramer, J. 2004. Life after catch and release. Mar. Fish. Rev. 66(1):27-30.
- FAO. (1995). Code of Conduct for Responsible Fisheries, 41 p.
- Ferry, L. A. and Cailliet, G. M. 1996. Sample size and data analysis: are we characterizing and comparing diet properly? En: D. MacKinlay y K. Shearer (Eds.) Feeding Ecology and Nutrition in Fish: Proceedings of the Symposium on the Feeding Ecology and Nutrition in Fish, International Congress on the Biology of Fishes, San Francisco, Calif., 14-18 July 1996. American Fisheries Society, San Francisco, CA. pp. 71-80.



- Galeana Villaseñor, I.; A. Ramos Hernández y J. Aguilar Rubio. 2005. Selectividad de anzuelos en palangres, para la captura de tiburones en embarcaciones de mediana altura, con base en Mazatlán, Sin. Simposio sobre Ciencias Pesqueras en México. La Paz, B.C.S., México.
- Hall, M. A. 1996. On bycatch. *Rev. Fish Biol. Fisheries* 6:319-352.
- Hall, M.A., E. Largacha, J. Martínez, L. Rendón and V. Velásquez. 2005. A strategy to reduce the mortality of sea turtles in the longline fishery of the eastern Pacific Ocean. 25th Annual International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation.
- Jenkins, T.M. 2003. Evaluating Recent Innovations in Bait Fishing Tackle and Technique for Catch and Release of Rainbow Trout. *N. Am. J. Fish. Manage.* 23 (4):1098-1107.
- Kelez Sara, S.; C. Manrique Bravo & X. Velez-Zuazo. 2006. Shark longline fishery and sea turtles in Peruvian waters. En: Frick, M., Panagopoulou A., Rees A. F. and K. Williams (Compiladores). 2006. Book of Abstracts. Twenty Sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. International Sea Turtle Society, Athens, Greece. 376 p.
- Kerstetter, D.W. and J.E: Graves. 2006. Effects of circle versus J-style hooks on target and non-target species in a pelagic longline fishery. *Fish. Res.* 80(2-3):239-250.
- Largacha, E. J. Martínez, V. Velasquez, L. Rendon and M. Hall. 2005. Interactions with artisanal fishing communities: The experience from Ecuador. 25th Annual International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation.
- Manrique Bravo, C.; S. Kelez-Sara and X. Velez-Zuazo. 2006. Impact of the common dolphin fish longline fishery on sea turtles along the Peruvian coast between 2003 and 2005. En: Frick, M., Panagopoulou A., Rees A. F. and K. Williams (Compiladores). 2006. Book of Abstracts. Twenty Sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. International Sea Turtle Society, Athens, Greece. 376 p.
- Márquez-Farías, J.F. 2005. Gillnet mesh selectivity for the shovelnose guitarfish (*Rhinobatos productus*) from fishery-dependent data in the artisanal ray fishery of the Gulf of California, Mexico. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 35: 443–452
- Musick, J.A. 1999. Ecology and conservation of long-lived marine animals. En: J. A. Musick. (Editor). *Life in the Slow Lane: Ecology and Conservation of Long-Lived Marine Animals*. American Fisheries Society Symposium 23, Bethesda, MD. 1-10 p.



- Rodríguez-Valencia, J.A.; M.A. Cisneros-Mata; H. Ortega-Casillas; I. Castro-Leal; G. Rodríguez-Domínguez; A. Chávez-Castro y L.G. Rodríguez-Delgado. 2008. Anzuelos circulares como opción para reducir la captura incidental en las operaciones pesqueras de los palangreros ribereños de Sinaloa (México). *Ciencia Pesquera* 16:67-78.
- Santana-Hernández, H. y J.J. Valdez-Flores. 2005. Experimento con tres tipos de anzuelo y dos tipos de carnada en palangres de deriva para la pesca de tiburón. Simposio sobre Ciencias Pesqueras en México. La Paz (B.C.S.). México.
- Santana Hernández, H. y J.J. Valdez Flores. 2006. Selectividad y eficiencia del palangre de deriva con tres tipos de anzuelos y dos tipos de carnada en la pesca de tiburón. Dictamen Técnico. Dir. Gral. Invest. Pesquera Pac. Sur. 14 p.