

Distribución y abundancia de elasmobranquios capturados por la flota comercial escamera de mediana altura de San Felipe, Baja California, México

Carlos Javier Godínez-Padilla* y José Leonardo Castillo-Geniz*

Durante el periodo 2009–2013 se examinaron 311 bitácoras de pesca comercial de escama marina de la flota arrastrera de San Felipe, Baja California (BC). El desembarque total durante este periodo fue de 2 574.4 t, las especies de peces óseos (escama) representaron 86.5% y los elasmobranquios 13.5%. Los elasmobranquios correspondieron a 15 géneros, siendo los más representativos: manta 61.3% (*Gymnura* sp., *Myliobatis* spp., *Rhinoptera* sp., *Dasyatis* spp. y *Raja* spp.), guitarra 22.7% (*Rhinobatos* spp.), diablo 9.6% (*Zapteryx* sp.), angelito 4.2% (*Squatina* sp.) y cazón 2.2% (*Mustelus* spp., *Rhizoprionodon* sp., *Carcharhinus* sp., *Cephaloscyllium* sp., *Heterodontus* spp., *Sphyrna* spp. y *Alopias* spp.). Se determinó la distribución espacio-temporal y se estimó la abundancia mediante la captura por unidad de área (CPUA) por el método de área barrida para cada estación del año. Se estimó una biomasa total de elasmobranquios de 498 779 t en el norte del Golfo de California en un área estimada de 7 822 km², con un intervalo de profundidad de pesca de 11 a 637 m. El análisis de la abundancia por año y estación mostró diferencias de interacción entre ellos. Los mayores porcentajes de presencia de mantas, guitarra, angelito y cazón se observaron en otoño. Las capturas incidentales de las diferentes especies de elasmobranquios en la pesca de arrastre representan una notable tasa de mortalidad para sus poblaciones, ya que estas especies poseen diferentes historias de vida y diferentes grados de producción biológica. Es necesario llevar a cabo un monitoreo sistemático de estas capturas.

Palabras clave: Pesca de arrastre, captura incidental, biomasa, condriictios, Golfo de California.

Distribution and abundance of Elasmobranchs captured by the medium sized commercial fishing fleet of San Felipe, Baja California, Mexico

During the fishing period 2009–2013, 311 logbooks of the commercial marine fishing trawlers of San Felipe, Baja California (BC) were examined. The total catch of this period was 2 574.4 t of which 86.5% were fish and 13.5% elasmobranchs. These elasmobranchs correspond to 15 genus grouped by local names, of which the most representative were: “manta” batoids 61.3% (*Gymnura* sp., *Myliobatis* spp., *Rhinoptera* sp., *Dasyatis* spp. and *Raja* spp.), “guitarra” guitarfish 22.7% (*Rhinobatos* spp.), “diablo” banded guitarfish 9.6% (*Zapteryx* sp.), “angelito” angel shark 4.2% (*Squatina* sp.) and “cazon” sharks 2.2% (*Mustelus* spp., *Rhizoprionodon* sp., *Carcharhinus* sp., *Cephaloscyllium* sp., *Heterodontus* spp., *Sphyrna* spp. and *Alopias* spp.). The space-temporal distribution was obtained and the abundance was estimated by calculating the catch per unit of area (CPUA) by swept-area method in every season. The estimated biomass of elasmobranchs was 498 779 t in the northern Gulf of California in a fishing area of 7 822 km² with a fishing depth range of 11-637 m. The abundance analysis per year and season showed significant differences in their interaction. The highest frequency of occurrence of manta, guitarfish, angel shark and shark were observed in autumn. The non-targeted catches of different species of elasmobranchs in trawling represent a significant fishing mortality, since these species have different life stories and different levels of biological production. It is necessary to conduct systematic monitoring of these catches.

Keys words: Trawling, bycatch, biomass, Chondrichthyes, Gulf of California.

Introducción

Las pesquerías de tiburones y rayas más representativas en México son las artesanales multies-

pecíficas que emplean una diversidad de artes y métodos de pesca, aunque la que produce los mayores volúmenes de captura es la industrial de mediana altura. La producción de tiburones

* Centro Regional de Investigación Pesquera - Ensenada. Instituto Nacional de Pesca. SAGARPA. Carretera Tijuana-Ensenada km 97.5, Parque Industrial Fondepport, El Sauzal de Rodríguez, Ensenada, Baja California, México. CP 22760. javier.godinez@inapesca.gob.mx

y rayas ha ocupado en los últimos años alrededor del décimo lugar en la producción pesquera nacional, aportando aproximadamente 2.5% del volumen total de productos pesqueros generados en las últimas dos décadas (DOF 2007). Se estima que cerca de la tercera parte de las capturas de tiburones en México se obtiene con redes de enmalle y líneas de anzuelos (palangres), dependiendo de las regiones. Además, las pesquerías de arrastre contribuyen con capturas incidentales significativas de pequeños tiburones y diversas especies de batoideos, al igual que las pesquerías industriales del atún y el pez espada (Castillo-Geniz 1990, 1992¹, Bonfil 1994).

Los tiburones, batoideos y quimeras conforman el grupo de los peces condriictios (que poseen un esqueleto formado por cartílago), con 1 188 especies, de las cuales 509 pertenecen a tiburones y 630 son rayas (Compagno *et al.* 2005, Weigmann 2016). La mayoría de los elasmobranchios (tiburones y rayas) posee bajas tasas de crecimiento, una edad de madurez tardía y baja fecundidad, en comparación con los peces óseos (Cortés 2004, Musick 2005).

Según las estadísticas pesqueras oficiales, 62% de las capturas de tiburón y cazón proviene del litoral del Pacífico mexicano y 38% del Golfo de México y Caribe mexicano (DOF 2007). Históricamente, las mayores áreas de captura son Golfo de California (GDC), Golfo de Tehuantepec y la Sonda de Campeche (Castillo-Geniz 1992¹). Se estima que las pesquerías de mediana altura y altura contribuyen con aproximadamente 60% de la producción nacional de tiburón (DOF 2007). Estas pesquerías representan para el país valiosas fuentes de alimento y empleo, así como divisas para las comunidades pesqueras de ambos litorales (Castillo-Geniz *et al.* 2008). Aunque se carece de datos precisos, se estima que en el GDC es donde la captura de elasmobranchios es mayor, más que en ninguna otra región del Pacífico o del Golfo de México. Los desembarques de elasmobranchios de los cuatro estados que bordean el GDC (Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa) promediaron

15 367 t por año durante el periodo 1986-2003, contabilizando 41.7% de la producción nacional total (Smith *et al.* 2009). Éstos son capturados en pesquerías multiespecíficas, tanto de tiburones costeros como de pelágicos con equipos de pesca de superficie, o pequeños tiburones costeros y rayas con equipos de fondo (Bonfil 1994, Holts *et al.* 1998, Márquez-Farías 2002, Pérez-Jiménez *et al.* 2005).

Además de la captura dirigida sobre elasmobranchios en la pesquería artesanal costera en el GDC, también se han desarrollado importantes pesquerías industriales de arrastre, como las de camarón y escama marina, que reportan capturas incidentales significativas de rayas y pequeños tiburones. En 1978 inició la explotación comercial de la escama marina en el GDC mediante el uso de sistemas de arrastre de fondo con 12 embarcaciones de mediana altura (Grande-Vidal 1983). El puerto de San Felipe, BC, representa un valioso polo de desarrollo debido a las diversas pesquerías marinas en las que participan sus flotas pesqueras tanto artesanales como industriales y que generan valiosas fuentes de alimento, empleo y divisas para su población y el resto del estado. Se estima que las flotas artesanales del Golfo de Santa Clara, San Felipe y Puerto Peñasco, con aproximadamente 650 pangas (embarcaciones menores de 10.5 m de longitud con motor fuera de borda), producen al año 700 t, más un volumen variable de captura por parte de la flota industrial (162 barcos), sumando una captura promedio anual aproximada de 1 500–2 000 t (INP 2002²).

En San Felipe opera una flota de mediana altura para la captura de camarón y escama marina. Durante las operaciones de pesca dirigidas a las especies de peces óseos, como el chano (*Micropogonias megalops*) y la merluza (*Merluccius productus*), también se capturan de forma incidental volúmenes importantes de elasmobranchios, principalmente peces batoideos o “rayas”. Se considera como captura incidental el

1. Castillo-Geniz JL. 1992. Diagnóstico de la pesquería de tiburón de México. Informe de investigación (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. México. 76p.

2. INP. 2002. Pesquería de camarón en el Pacífico mexicano durante la temporada 2001–2002 y criterios para el inicio de la veda en aguas protegidas y marinas. Dictamen técnico. Instituto Nacional de la Pesca. México. http://www.inapesca.gob.mx/portal/component/docman/cat_view/16-camaron

total de animales o especies no objetivo capturado (Kelleher 2008).

Los registros oficiales de desembarque reportados por los capitanes de las embarcaciones (patrones de pesca) en las bitácoras de pesca, son el documento de control del quehacer pesquero a bordo de una embarcación, por medio del cual la autoridad pesquera recibe del pescador, cooperativa pesquera o empresa, el reporte de la actividad que se le ha concesionado, permitido o autorizado (DOF 1999). A diferencia de las nuevas bitácoras de pesca comercial para la pesca de tiburones instrumentadas en 2007 a partir de la publicación de la “NOM-029-PESC-2006, Pesca Responsable de Tiburones y Rayas. Especificaciones para su aprovechamiento” (DOF 2007), las bitácoras de pesca comercial de escama marina de la flota arrastrera sólo documentan las capturas obtenidas en el ámbito de cinco grandes grupos de especies de elasmobranquios: cazón (tiburones ≤ 1.5 m), angelito (tiburón ángel), manta, guitarra y diablo (estos tres últimos rayas) (CONAPESCA 2013³).

El objetivo de este estudio fue analizar la abundancia y la dinámica espacio-temporal de los principales grupos de elasmobranquios capturados de forma incidental en la pesquería de escama marina y desembarcados por la flota escamera de San Felipe en el norte del GDC, ya que este trabajo es la primera contribución para evaluar cómo afecta esta pesquería en las poblaciones de las principales especies de elasmobranquios en dicha región, a partir de los registros oficiales. Además de analizar la existencia de alguna diferencia de interacción entre los años de captura y las estaciones del año.

Materiales y métodos

Para este estudio se obtuvieron las bitácoras de pesca comercial de escama marina de las embarcaciones arrastreras de mediana altura de San Felipe del periodo 2009–2013, de la Subdelegación de Pesca en Ensenada, perteneciente a

la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). Con el fin de examinar y analizar la información de cada una de las bitácoras, se creó una base de datos en el programa Microsoft Office Excel 2010®, donde se registraron los datos de las operaciones de pesca y el volumen de captura retenida en cada lance de pesca efectuado, tales como fecha, hora, posición geográfica de inicio y fin de calado, la temperatura superficial del mar, profundidad de arrastre y la identificación de la captura en peso por grupo de especie. A partir de esta información se llevó a cabo el análisis de la captura reportada por grupos de especies durante el periodo de estudio, para conocer su comportamiento espacio-estacional.

Con el fin de conocer la composición específica de elasmobranquios en la pesquería de escama en el norte del GDC en los años 2003 y 2004, se realizaron muestreos a bordo de barcos en siete viajes de pesca comercial y en los desembarques de los campamentos pesqueros de BC y Sonora. Para caracterizar las pesquerías de tiburones y rayas en BC en 2012, se llevaron a cabo encuestas a pescadores y propietarios de cooperativas pesqueras, obteniendo una descripción de la composición (características de las embarcaciones y sus equipos de pesca) de la flota escamera de mediana altura con puerto base en San Felipe. La identificación taxonómica de las especies se realizó con guías de identificación, catálogos y literatura especializada (McEachran y Notarbartolo 1995, Espinosa-Pérez *et al.* 2004, Santana-Morales 2004, Compagno *et al.* 2005, Castillo-Geniz *et al.* 2008, Vázquez y Aguilar-Ramírez 2009⁴, Weigmann 2016).

Para estimar la biomasa disponible de los grupos de especies de elasmobranquios en el área de pesca para la flota escamera de San Felipe (31°02'00" N a 29°05'00" N y 114°45'00" O a 112°55'00" O) (Fig. 1), se utilizó la captura por

3. CONAPESCA. 2013. Bitácoras de la pesquería de escama flota arrastrera de mediana altura de San Felipe, BC, 2009-2013. Subdelegación de Pesca, Ensenada, BC, México.

4. Vázquez N, D Aguilar-Ramírez. 2009. Catálogo faunístico de especies capturadas durante lances de pesca experimental con la red de arrastre prototipo ‘RSINPMEX50’ el Alto Golfo de California 2008–2009. En: INAPESCA. Evaluación biotecnológica de la red de arrastre prototipo “RS-INP-MEX” para captura de camarón en el Alto Golfo de California. Instituto Nacional de Pesca. México. Anexo 6. 30p. <http://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/PdfBajos/A6.CatalogofaunisticoAGC.pdf>

unidad de área (CPUA). La CPUA se calculó dividiendo la captura por el área barrida. De este modo, la estimación depende de la exactitud con la que se mida el sector efectivo de barrido (área barrida) en kilómetros cuadrados. Se calculó el área barrida mediante el método de la ecuación descrita por Sparre y Venema (1995):

$$a = (D) (h) (x^2) \tag{Ec. 1}$$

$$D = v \cdot t \tag{Ec. 2}$$

donde: v = velocidad del arrastre estimada de los registros, t = tiempo utilizado en el arrastre, h = longitud de la relinga superior de la cual se utilizó el promedio de las diez embarcaciones que conforman la flota escamera y x^2 = fracción de la relinga superior que es igual al ancho del sector barrido por la red de arrastre y que para el presente estudio se promedió el intervalo de 0.4 a 0.66.

Posteriormente se obtuvo la biomasa promedio por unidad de área de todos los lances realizados mediante la fórmula:

$$\bar{b} = \frac{Cw/a}{Xl} \tag{Ec. 3}$$

donde: Cw/a = captura en peso promedio por unidad de área barrida y Xl = fracción de la biomasa capturada en el sector efectivo de barrido.

Entonces, la biomasa total se estimó mediante la fórmula:

$$B = \frac{Cw/a}{Xl} * A \tag{Ec. 4}$$

donde: A = tamaño total de área en investigación.

Empleando las posiciones geográficas por cada lance de pesca registrado, se elaboraron mapas de distribución del esfuerzo de pesca (lances efectuados) para cada año del periodo 2009–2013 de la flota escamera de San Felipe, mediante el Programa ArcGis 10.0, así como los mapas de distribución espacio-estacional de la CPUA de los grupos de especies.

A partir del estudio de Soto-Mardones *et al.* (1999) sobre la variabilidad espacio-temporal de la temperatura superficial del mar en el GDC, las estaciones de año se definieron como: primavera (marzo-mayo); verano (junio-agosto); otoño (septiembre-noviembre); e invierno (diciembre-febrero).

Para conocer en qué estación del año del periodo de estudio se observaron las mayores

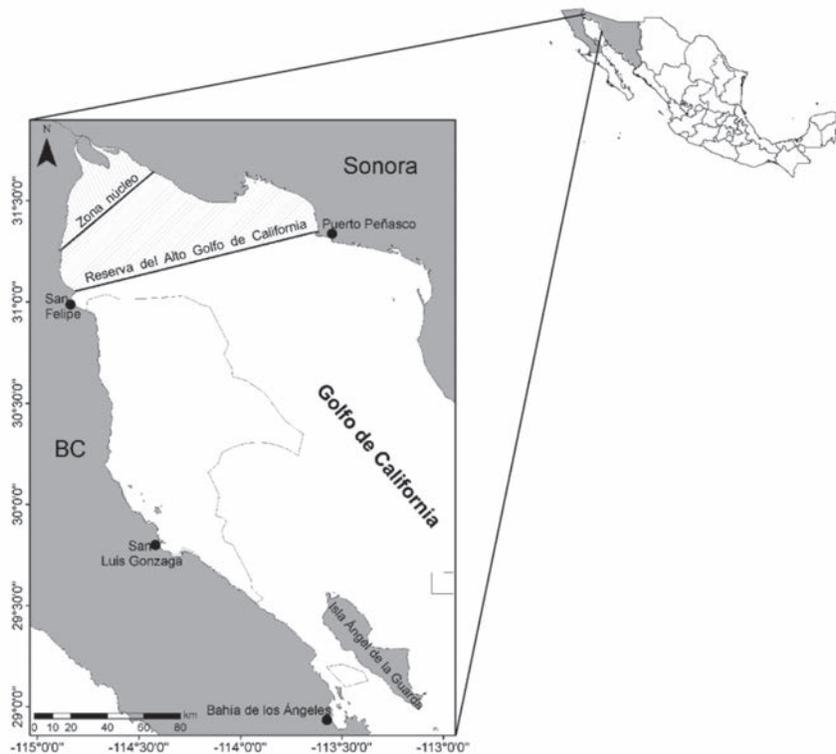


Fig. 1. Área de pesca de la flota escamera de San Felipe, BC, de enero 2009 a marzo 2013.

capturas de elasmobranquios, se empleó una adaptación al método de porcentajes de presencia (\mathcal{F}) (van der Molen *et al.* 1998).

$$F_{ij} = 100 \left(\frac{n_{ij}}{n_j} \right) \quad \text{Ec. 5}$$

donde: n_{ij} = número de lances con captura por grupo de especies de elasmobranquios en estación j , y n_j = número total de lances con captura de elasmobranquios por estación j .

Los porcentajes de presencia de elasmobranquios fueron clasificados en tres categorías de frecuencia: Alta ($\mathcal{F} \geq 25\%$), Media ($10\% < \mathcal{F} < 25\%$) y Baja ($\mathcal{F} \leq 10\%$).

Debido a que los desembarques registrados en las bitácoras no se reportaron por especie de elasmobranquios, y que se careció de registros en algunos de los meses, los datos de capturas se agruparon en dos categorías: 1) tiburones y 2) rayas, que se analizaron por separado. Para analizar la interacción de las estimaciones de biomasa total en tiburones y rayas por estación del año (Estación) y por año (Periodo) se empleó un modelo de análisis de la varianza de dos factores (ANOVA) con el *software* Statistica 7 de Statsoft® (Carbonell *et al.* 2003). Los datos fueron transformados usando el $\log(x+1)$ debido a que no presentaron una distribución normal ni homogeneidad de varianzas (pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene) (Zar 1999).

Resultados

Descripción de la flota escamera y composición de los desembarques

Se analizaron 5 033 lances de pesca de 311 viajes realizados por una flota de diez embarcaciones arrastreras de mediana altura entre enero de 2009 y marzo de 2013, cuyo puerto base fue San Felipe, BC. Dichas embarcaciones comúnmente son referidas al arrastrero camaronero de doble aparejo que en ciertas fechas del año se adaptan en arrastrero escamera. Las características técnicas de la embarcación fueron de un intervalo de 20.7 a 22.9 m de longitud, casco de acero, motor dentro de borda y un intervalo de operación de dos a diez días, mientras que su equipo de pesca, redes para especies de escama, varían en función del tamaño de la embarcación; la flota de San Felipe utiliza las redes de 28.96 m (95 pies) de longitud de relinga superior, en promedio.

Las bitácoras de pesca reportaron una producción total desembarcada de 2 574.4 t, de la cual 86.5% (2 227 t) correspondió a especies de escama (peces óseos, recurso objetivo de la pesca) y 13.5% (347 t) a diversas especies de elasmobranquios (tiburones y rayas) como pesca incidental (Fig. 2).

En la *tabla 1* se puede observar que 2012 fue el año con el mayor desembarque reportado para la pesca multiespecífica objetivo (escama) y

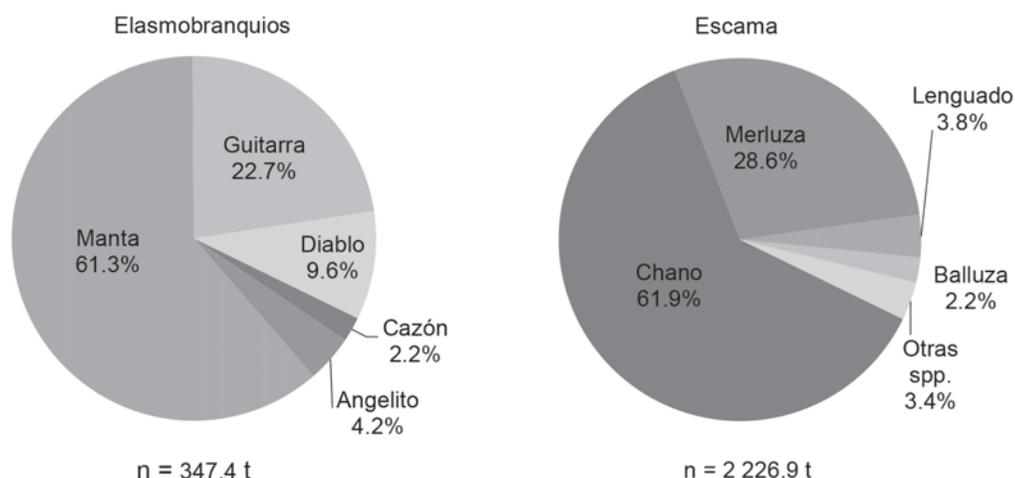


Fig. 2. Capturas reportadas en las bitácoras de pesca de mediana altura del periodo enero 2009-marzo 2013 de la flota arrastrera de San Felipe, BC.

la pesca incidental (elasmobranquios). En 2010 se registró una disminución notable en los volúmenes de captura de esta flota debido a una reducción del esfuerzo pesquero.

Determinación taxonómica

Las bitácoras de pesca de la flota arrastrera de San Felipe examinadas presentaron algunas variaciones en la forma de registrar la información de capturas entre las distintas cooperativas pesqueras que operan los barcos. En las bitácoras sólo se registraron las capturas con el nombre común local del grupo de especies y no por su nombre científico, siendo las categorías más comunes: chano, tiburón, manta, guitarra, angelito, lenguado, diablo, merluza, balluza y otras especies. Gracias a los muestreos realizados a bordo de embarcaciones arrastreras tanto del Puerto de San Felipe, BC, como de Puerto Peñasco, Sonora, durante los años 2003–2004, fue factible identificar a nivel de especie a la mayoría de los peces óseos y cartilagosos que se capturan por dicha flota, dado que corresponden al grupo de especies registradas en las bitácoras. Se registró el desembarque de 18 grupos o especies de peces, de los cuales, cinco pertenecen a elasmobranquios (tiburones y rayas) y los 13 restantes a escama. Los cinco grupos de especies en que se agruparon las capturas de tiburones y rayas fueron: an-

gelito (*Squatina californica*), única especie de la familia Squatinidae reportada en el Golfo de California (Espinosa-Pérez *et al.* 2004). Los capitanes registraron en las bitácoras, como tiburón, la captura de pequeños tiburones (≤ 1.5 m), debido a que en México sólo existen permisos de pesca para “tiburón”, pero en este estudio se decidió nombrarlo como cazón, ya que estuvo compuesto por las familias Heterodontidae, para las que se han identificado únicamente dos especies en el Golfo de California: *Heterodontus mexicanus* y *H. francisci* (Espinosa-Pérez *et al.* 2004), Scyliorhinidae (tiburón gata, *Cephaloscyllium ventriosum*), Triakidae (cazones mamones, como *Mustelus albipinnis*, *M. californicus*, *M. henlei* y *M. lunulatus*), Carcharhinidae (cazón bironche, *Rhizoprionodon longurio* y cazón poroso, *Carcharhinus porosus*), Sphyrnidae (tiburones cornudas, *Sphyrna zygaena* y *S. lewini*) y Alopiidae (tiburones coludos, *Alopias vulpinus*, *A. pelagicus* y *A. superciliosus*); estas dos últimas familias son consideradas regionalmente como cazones en su etapa juvenil. Las mantas reportadas en los desembarques son de diversas especies: como *Gymnura marmorata* (Gymnuriidae), *Dasyatis dipterura* y *D. longus* (Dasyatidae), *Myliobatis californica* y *M. longirostris* (Myliobatidae), *Rhinoptera steindachneri* (Rhinopteridae), *Raja inornata*, *R. rhina* y *R. velezi* (Rajidae); guitarra (compuesto por especies del género

Tabla 1

Composición específica de elasmobranquios y escama de los registros en las bitácoras de pesca de la flota escamera de mediana altura de San Felipe, BC, durante el periodo 2009–2013

Grupo	Grupo de especies	Captura (kg)				
		2009	2010	2011	2012	2013
Tiburones	Cazón	814	1 132	1 048	3 592	975
	Angelito	2 570	3 730	1 290	6 375	663
Rayas	Manta	45 586	19 706	78 052	68 416	1 164
	Guitarra	21 768	6 815	21 489	27 396	1 400
	Diablo	5 245	1 480	12 215	14 063	435
	<i>Subtotal</i>	75 983	32 863	114 094	119 842	4 637
Peces óseos	Chano	362 985	96 786	626 175	289 470	3 565
	Merluza	112 800	0	41 955	316 570	166 575
	Lenguado	16 004	2 140	11 743	36 055	18 542
	Balluza	1 775	680	7 590	33 642	6 107
	Otras especies	8 492	5 273	20 253	38 529	3 226
	<i>Subtotal</i>	502 056	104 879	707 716	714 266	198 015
	<i>Total</i>	578 039	137 742	821 810	834 108	202 652

Rhinobatos como *R. productus* y *R. glaucostigma*) y, finalmente, diablo (compuesto por *Zapterix exasperata*) (Rhinobatidae) (Tabla 2).

Distribución de los lances de pesca y CPUA de los elasmobranquios

A partir de la ubicación geográfica de los lances de pesca reportados en las bitácoras, se estimó que para el periodo analizado la flota operó cubriendo 220.2±80 km de línea costera en la región del norte del GDC. Los 5 033 lances de pesca reportados durante los cinco años de operación se realizaron en un intervalo de profundidad de arrastre de 9 a 630 m (73.6±1.1 m). De los cinco años analizados, 2011 fue el año con

mayor número de lances de pesca (1 973), realizados a una profundidad promedio de 40.0±1.1 m, manteniéndose el área de pesca de la flota concentrada en la zona noroeste, a diferencia de los otros años, para los cuales se comprobó mayor dispersión de las áreas de pesca. Los lances de pesca documentados de los años 2009 y 2012 presentaron una mayor extensión geográfica, con una profundidad promedio de 66.1±2.0 m y 87.5±2.1 m, respectivamente. En 2010 se observó una disminución en la cobertura geográfica de los lances de pesca debido a que sólo cinco de las diez embarcaciones que conforma la flota escamera realizaron viajes de pesca. Los lances de pesca de dicho año presentaron una profundidad promedio de 44.9±1.6 m. Para el año 2013

Tabla 2

Lista de elasmobranquios de importancia comercial desembarcados como pesca incidental en el puerto de San Felipe, BC, por la flota escamera de mediana altura en el periodo 2009–2013 (Santana-Morales 2004)

Grupo de especies	Familia	Nombre científico	Nombre común local
Angelito	Squatinae	<i>Squatina californica</i>	angelito, perro
Cazón	Heterodontidae	<i>Heterodontus mexicanus</i>	torito
		<i>Heterodontus francisci</i>	torito
	Scyliorhinidae	<i>Cephaloscyllium ventriosum</i>	gata
	Triakidae	<i>Mustelus albigipinnis</i>	mamón o tripa
		<i>Mustelus californicus</i>	mamón o tripa gris
		<i>Mustelus henlei</i>	mamón o tripa deshilachado
		<i>Mustelus lunulatus</i>	mamón o tripa grande
		<i>Carcharhinus porosus</i>	poroso
	Carcharhinidae	<i>Rhizoprionodon longurio</i>	bironche
		Sphyrnidae*	<i>Sphyrna lewini</i>
	<i>Sphyrna zygaena</i>		cornuda prieta
	Alopiidae*	<i>Alopias pelagicus</i>	coludo
		<i>Alopias superciliosus</i>	coludo ojón
<i>Alopias vulpinus</i>		coludo pinto	
Manta	Gymnuridae	<i>Gymnura marmorata</i>	mariposa
	Dasyatidae	<i>Dasyatis dipterura</i>	manta arenera
		<i>Dasyatis longus</i>	manta látigo
	Myliobatidae	<i>Myliobatis californica</i>	gavilán
		<i>Myliobatis longirostris</i>	ratón
	Rhinopterae	<i>Rhinoptera steindachneri</i>	tecolote
	Rajidae	<i>Raja inornata</i>	coreana
<i>Raja rhina</i>		coreana	
<i>Raja velezi</i>		coreana	
Guitarra	Rhinobatidae	<i>Rhinobatos glaucostigma</i>	guitarra trompa negra
		<i>Rhinobatos productus</i>	guitarra trompa blanca
Diablo		<i>Zapterix exasperata</i>	diablo

*Individuos neonatos y juveniles de especies grandes de tiburón.

sólo se obtuvieron bitácoras de enero, febrero y marzo, con datos de los desembarques de cinco embarcaciones y, en consecuencia, se registró un descenso en la cobertura geográfica, similar al de 2010, pero con una profundidad promedio superior a los años anteriores, con 113.5 ± 6.8 m (Fig. 3).

El mayor esfuerzo pesquero mensual, durante el periodo 2009–2013, se presentó en mayo con 758 lances y un total de 48 viajes de pesca, mientras que en octubre no hubo registro de via-

jes de pesca. Se calculó un promedio mensual de 451 ± 73 lances de pesca por mes para esta flota (Tabla 3).

El comportamiento espacio-estacional de la CPOA de los principales grupos de especies registrados en la bitácoras se describe a continuación: cazón, los pequeños tiburones presentaron una distribución de CPOA estacional relativamente heterogénea de 2009 a 2013, donde la distribución con mayor CPOA fue en invierno, abarcando lances de cero capturas hasta lances con

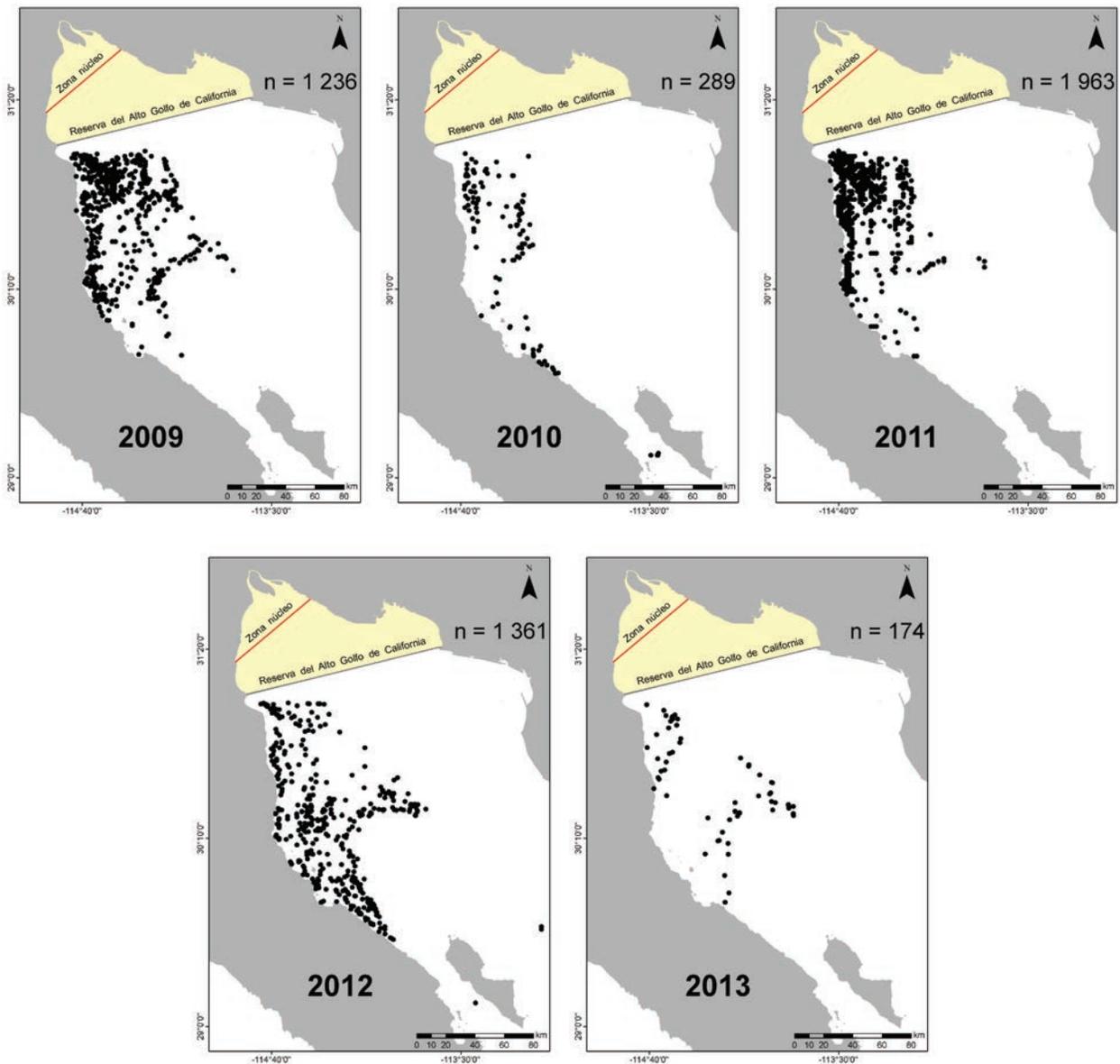


Fig. 3. Distribución geográfica de los lances de pesca efectuados por la flota escamera de mediana altura de San Felipe, BC, durante el periodo 2009–2013 en el norte del Golfo de California.

Tabla 3
Número de viajes de pesca y número de lances de pesca realizados por año por la flota arrastrera de mediana altura de San Felipe, BC, durante el periodo 2009–2013

Año		2009	2010	2011	2012	2013	Total
Enero	Viajes	4		3	12	2	21
	Lances	47		25	162	12	246
Febrero	Viajes	8			6	3	17
	Lances	95			105	25	225
Marzo	Viajes	12		8	6	8	34
	Lances	127		91	87	137	442
Abril	Viajes	11		16	9		36
	Lances	123		262	122		507
Mayo	Viajes	19		18	11		48
	Lances	272		334	152		758
Junio	Viajes	15		17	9		41
	Lances	335		356	127		818
Julio	Viajes	13		16	2		31
	Lances	237		339	11		587
Agosto	Viajes			16	22		38
	Lances			331	401		732
Septiembre	Viajes		5	4	5		14
	Lances		119	58	98		275
Octubre	Viajes						
	Lances						
Noviembre	Viajes				2		2
	Lances				51		51
Diciembre	Viajes		10	14	5		29
	Lances		170	177	45		392

27.0 kg/km² (Fig. 4a); angelito, los mejores lances de CPUA para *S. californica* se observaron en invierno (0–70.4 kg/km²) y con una distribución geográfica muy amplia en primavera. Aunque en otoño presentó un menor esfuerzo pesquero, registró lances con CPUA (21.1 kg/km²) mayores a los de verano. En otoño, los lances de CPUA se concentraron la mayor parte al este de Puertecitos, BC (Fig. 4h); diablo, en la figura 5j se muestra que la distribución de la CPUA de *Z. exasperata* en primavera, fue la de mayor distribución geográfica y con lances de cero capturas hasta 46.9 kg/km², mientras que en otoño se observó el mayor número de lances con cero CPUA, entre cero y 11.7 kg/km² (Fig. 5l). Las especies de guitarra presentaron los lances con la CPUA, más elevada en invierno con cero hasta 140.8 kg/km² y la menor distribución se observó en otoño con lances de CPUA entre cero a 63.4 kg/km² (Fig. 5p); y las especies de manta presentaron las mejores CPUA

de todos los elasmobranquios capturados por la flota escamera de San Felipe, de cero hasta 352.0 kg/km² en invierno, mientras que en otoño se registraron los lances con menores CPUA, con intervalo de cero a 129.1 kg/km² (Fig. 6t).

Abundancia (biomasa total estimada)

Se obtuvo un área total de arrastre de 7 822 km² para 5 033 lances de pesca realizados por la flota escamera durante 2009–2013. Se estimó una biomasa de elasmobranquios de 498 779 t en el periodo 2009–2013. Para el grupo manta se estimó la mayor biomasa, de 296 948 t, que representó 59.5% de la total estimada de elasmobranquios. El segundo grupo en importancia fue el de la guitarra con 121 966 t (24.5%), seguido por el del diablo, que acumuló 47 511 t (9.5%) de la biomasa. En cuarto lugar se ubicó el grupo del angelito con 22 135 t (4.4%) y, por

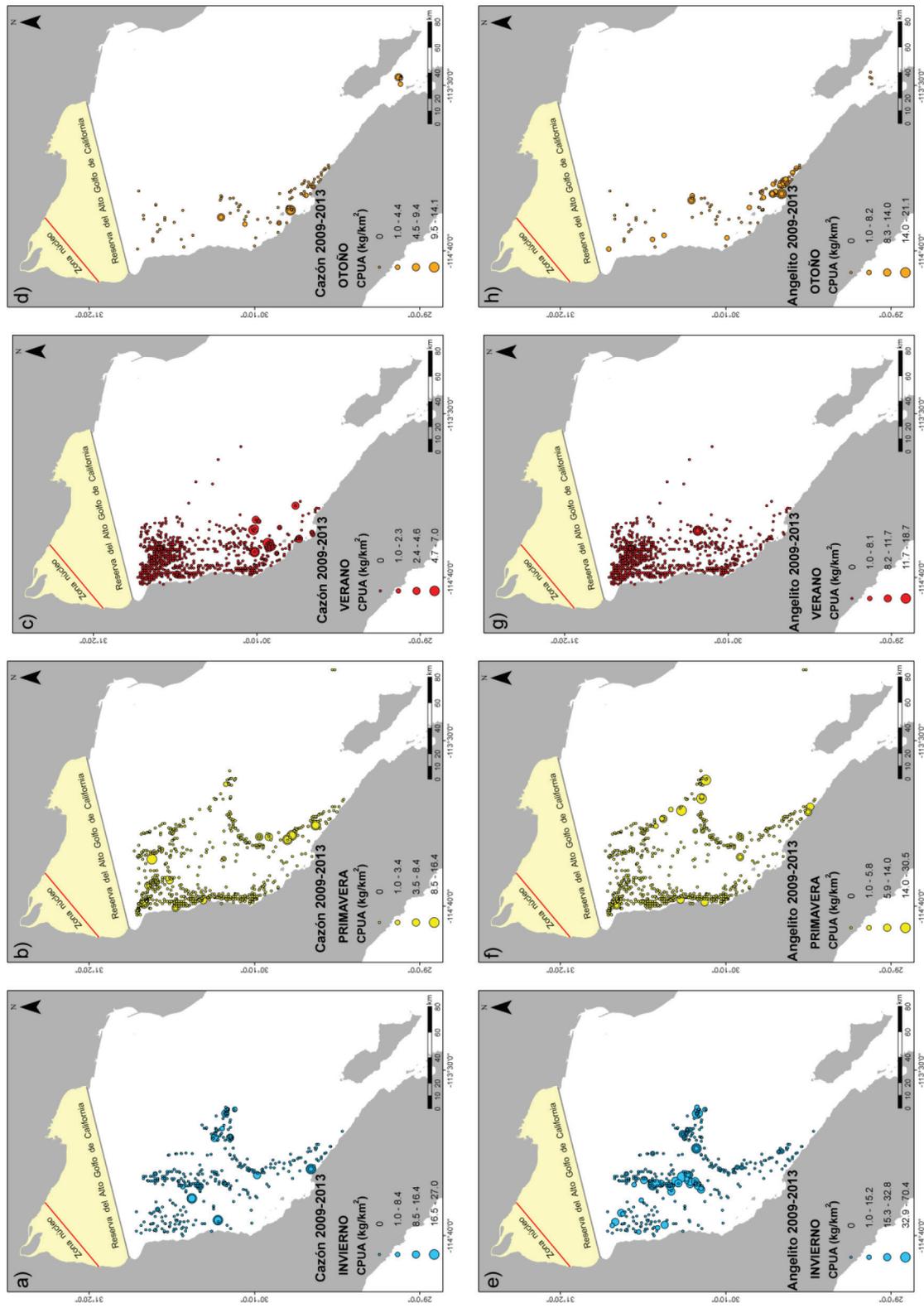


Fig. 4. Distribución de la CPUE de cazón (a, b, c, d) y angelito (e, f, g, h), durante el periodo 2009-2013 capturados por la flota escamera de San Felipe, BC.

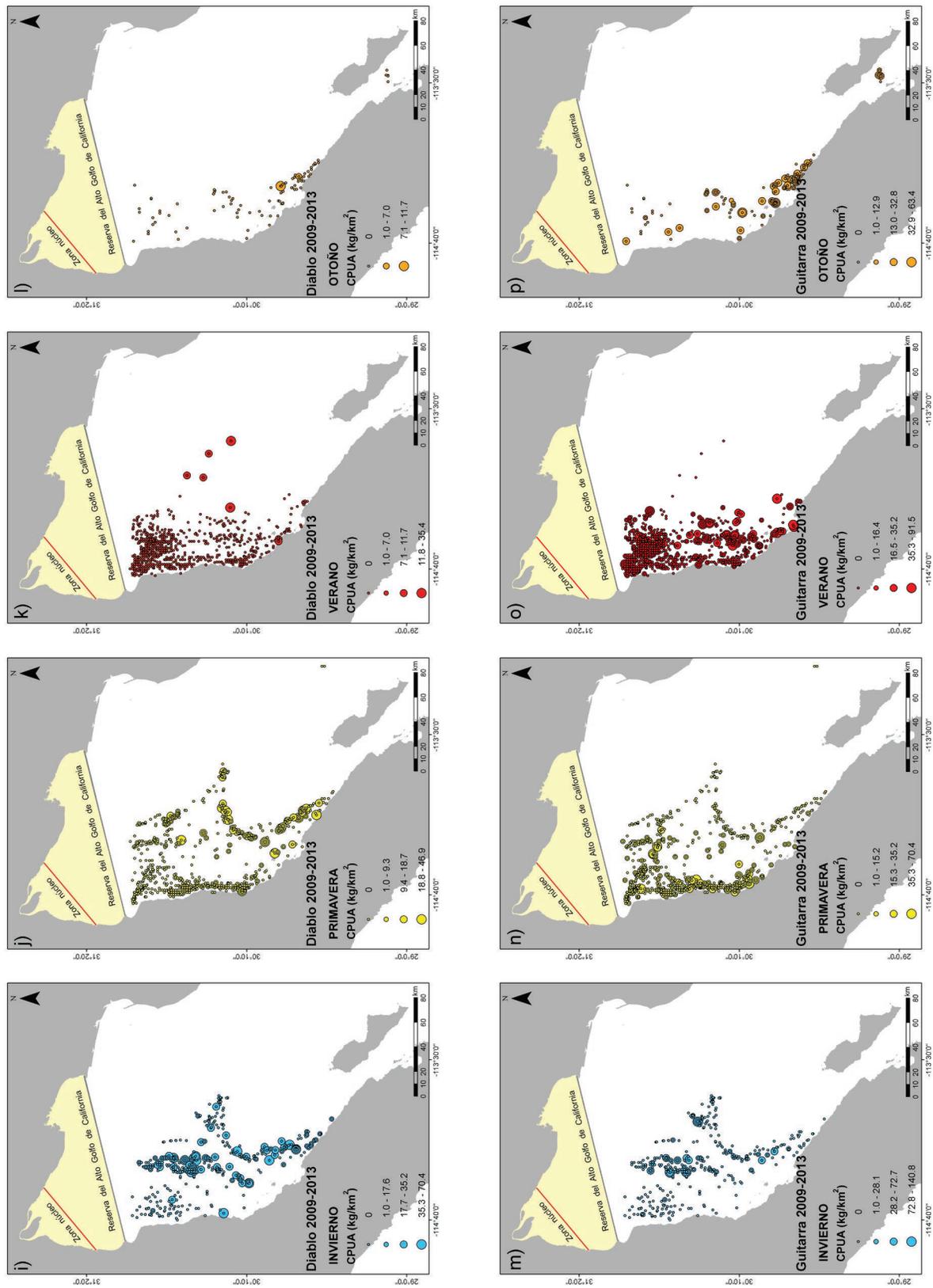


Fig. 5. Distribución de CPUE de diablo (i, j, k, l) y guitarra (m, n, o, p), durante el periodo 2009-2013 capturados por la flota escamera de San Felipe, BC.

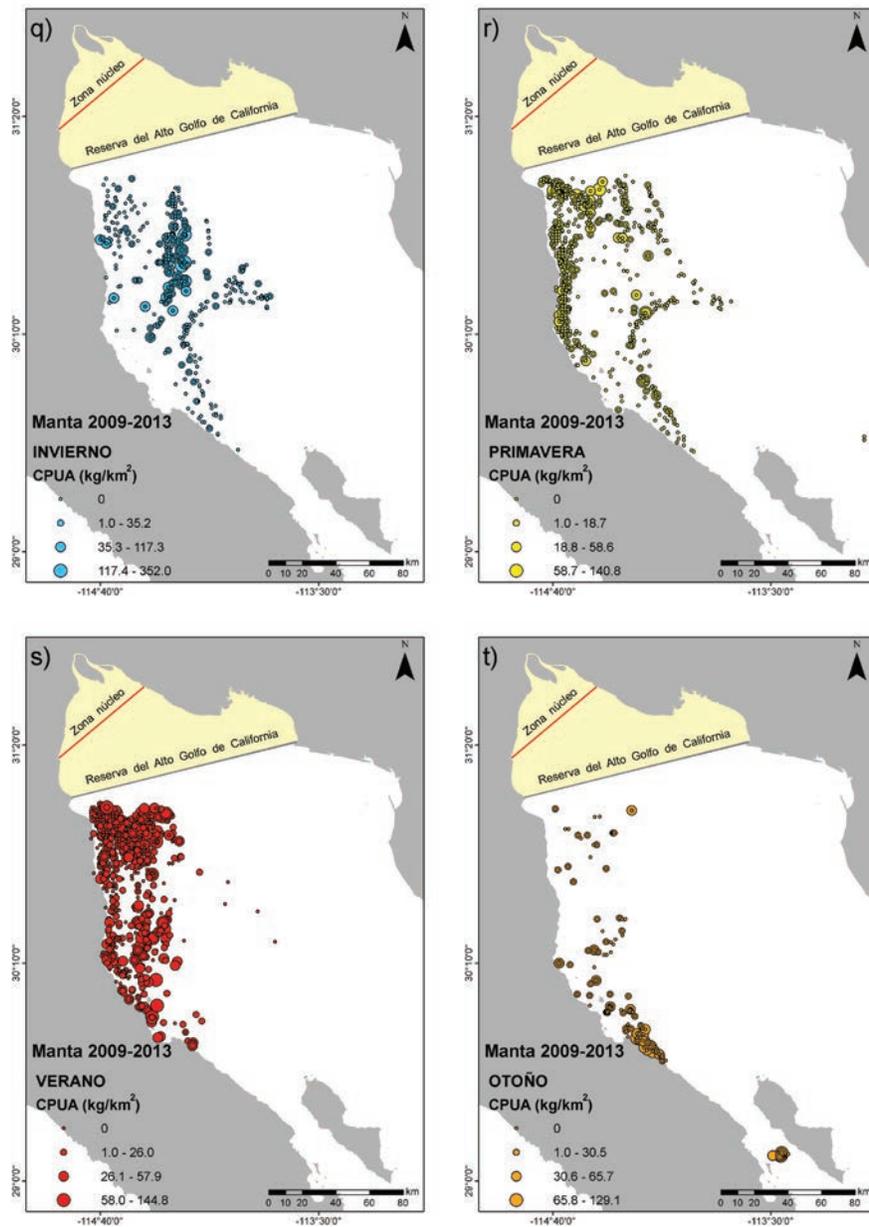


Fig. 6. Distribución de la CPUA de manta (*q, r, s, t*), capturada durante el periodo 2009–2013, por la flota escamera de mediana altura de San Felipe, BC.

último, el grupo del cazón, con 2.0% (10 219 t) de la biomasa.

Porcentajes de presencia

Durante el periodo de análisis, la pesca objetivo de escama presentó una frecuencia alta ($\mathcal{F} = 96.1\%$), así como la pesca incidental de elasmobranquios ($\mathcal{F} = 63.6\%$). Dentro de estos últimos, las rayas tuvieron una frecuencia alta

($\mathcal{F} = 59.3\%$), mientras que los tiburones una frecuencia media ($\mathcal{F} = 14.0\%$).

Considerando únicamente los lances con captura de elasmobranquios por estaciones del año, las frecuencias calculadas fueron: cazón ($\mathcal{F} = 6.8\%$) y angelito ($\mathcal{F} = 7.4\%$), diablo ($\mathcal{F} = 12.1\%$), guitarra ($\mathcal{F} = 30.2\%$) y manta ($\mathcal{F} = 46.5\%$) (Fig. 7).

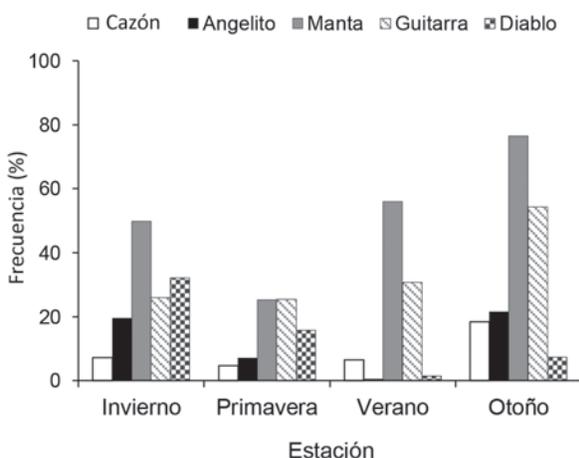


Fig. 7. Frecuencia de presencia (%) de grupos de especies capturados incidentalmente por la flota escamera de San Felipe, BC, durante 2009–2013.

Interacción de las estimaciones de biomasa total

De los dos factores analizados (periodo y estación) por medio del ANOVA, el primero fue el factor con mayor efecto en la biomasa, probablemente debido al patrón de la abundancia relativa de los grupos de tiburones y rayas que habitan en la región ($p < 0.005$). El factor “estación” fue menos importante aunque cabe mencionar que también fue significativa la diferencia de medias cuadráticas (Tabla 4). Por último, la interacción entre estos dos factores fue altamente significativa, pues permitió determinar las diferencias en los valores de biomasa para el periodo 2009–2013 en el norte del GDC.

Discusión

Existen pocos estudios en el mundo que describan y evalúen las capturas incidentales de

elasmobranquios en las pesquerías comerciales, incluidas las de arrastre. Por lo general no se documentan en la categoría de especie en los registros de captura de elasmobranquios en las estadísticas pesqueras oficiales (Oliver *et al.* 2015). El actual sistema oficial de registro de las capturas por medio de bitácoras en la pesca comercial de arrastre de escama marina no contempla el desglose de la pesca a categoría de especie, lo que impide conocer cuáles de éstas aportan los mayores volúmenes de captura, y mucho menos evaluar el impacto de la pesca en sus poblaciones. El agrupar las capturas por nombres comunes de especies (que además varían por región del país), enmascara el efecto de la pesca sobre las especies más vulnerables.

Las bitácoras de pesca de arrastre de la flota de San Felipe no registran la captura incidental de elasmobranquios de forma numérica por especie, ni tampoco documentan la estructura de longitudes de captura y, finalmente, el periodo reportado en las bitácoras disponibles para este análisis fue limitado. A partir de la información disponible en estas bitácoras de pesca durante el periodo 2009–2013, se determinó que la captura incidental obtenida estuvo compuesta por 15 especies de tiburones y 12 de rayas (batoideos), lo que reflejó la elevada diversidad de elasmobranquios que habita en el norte del GDC. De los trabajos consultados, destaca el de Brusca *et al.* (2005), quienes documentaron 58 especies de elasmobranquios en la región del norte del GDC y 39 en la Reserva de la Biosfera del Alto GDC y Delta del Río Colorado. Santana-Morales (2004) documentó la presencia de 18 especies de tiburones y 17 de rayas. Por su parte, Bizzarro *et al.* (2007), en su estudio sobre la pesca artesanal de elasmobranquios en la costa oriental de BC,

Tabla 4
Análisis de la varianza (ANOVA) para biomasa total (kg) del grupo de tiburones y rayas durante 2009–2013*

Efecto de variación	GL	Tiburones		Rayas	
		Media cuadrada	F	Media cuadrada	F
Estación	3	7.622	1.000**	7.124	1.000**
Periodo	4	10.558	1.385**	18.049	2.534**
Estación x periodo	12	6.647	0.872**	8.960	1.258**

*Estación fue tratado como factor fijo y Periodo como factor aleatorio. Los datos fueron analizados con pruebas de Normalidad usando la prueba Kolmogorov-Smirnov y la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene; todos los datos fueron transformados con $\log(x+1)$.
** Significación estadística $P < 0.005$.

documentaron el desembarco de 18 especies de tiburones y 22 especies de batoideos, mientras que Cudney y Boyer (1998) caracterizaron las diversas pesquerías comerciales artesanales del norte del GDC y mencionan por lo menos ocho especies de tiburones y siete de rayas. La diversidad de tiburones documentada en las bitácoras de pesca fue ligeramente diferente a la reportada en los trabajos previos, debido probablemente a que la pesca de arrastre con embarcaciones de mediana altura no puede operar dentro de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California (sólo la pesca artesanal está permitida). Además, las redes arrastreras de fondo capturan pocos individuos de tiburones que son nadadores activos, como los carcarínidos y esfírnidos (Bizzarro *et al.* 2007).

Bizzarro *et al.* (2007) estimaron que en el GDC se obtiene la mayor pesca de elasmobranquios de todo México, señalando que la extracción en los cuatro estados (Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa) contabilizó 41.7% de la producción total de elasmobranquios durante 1986-2003. En el presente estudio, los elasmobranquios representaron 13.5% de las capturas totales de la flota de arrastre durante 2009–2013. El grupo más importante de elasmobranquios desembarcado por la flota arrastrera de San Felipe, fue el de las rayas agrupadas como manta. Estas especies forman parte de la familia Myliobatidae (rayas látigo) que se capturan de forma regular en el GDC, principalmente con redes de enmalle por la pesca artesanal y por la pesca de arrastre (Márquez-Farías 2002, Bizzarro *et al.* 2007).

El segundo grupo importante de elasmobranquios, en términos de desembarque registrados en las bitácoras de pesca, lo constituyeron las guitarras (familia Rhinobatidae). Márquez-Farías y Blanco-Parra (2006) señalan que las guitarras son los batoideos más abundantes en las capturas y los desembarques de la pesca artesanal en el GDC. Los rinobátidos aportaron 56% del número total de individuos examinados por estos autores. La guitarra común (*R. productus*) es una de las principales especies que se capturan en la pesca artesanal de elasmobranquios en el GDC y representan hasta 45% de las capturas numéricas desembarcadas (Márquez-Farías 2002), mientras que Bizzarro *et al.* (2007) lo

mencionan como el batoideo más representativo en las capturas artesanales de la costa oriental de BC y Sonora.

El grupo de tiburones capturados y registrados en las bitácoras de pesca de arrastre estuvo compuesta principalmente de especies pequeñas de tiburones del género *Mustelus*, que reciben el nombre común de cazones y del tiburón angelito (*S. californica*), que es la única categoría de captura compuesta por una sola especie. Junto a estos cazones también se obtuvieron en el arrastre algunos carcarínidos de longitud pequeña como *R. longurio* y *C. porosus* y la captura esporádica de algunos neonatos y juveniles de especies grandes de tiburones como el martillo común (*S. lewini*) y el coludo *A. vulpinus*.

La ubicación de 5 033 lances de pesca documentados en las bitácoras de pesca permitió inferir la distribución espacio-temporal de los diferentes grupos de elasmobranquios. El análisis de las capturas por lance de estos grupos mostró que estos recursos se distribuyeron a lo largo del área de pesca de la flota durante 2009–2013. La zona de pesca de esta flota arrastrera de escama coincidió con las zonas de pesca tradicionales de la flota artesanal de la región (Cudney y Boyer 1998), por lo que ambas pesquerías han explotado las mismas poblaciones de elasmobranquios del norte del GDC desde hace varios años. Los cazones del género *Mustelus* y las rayas de las familias Myliobatidae y Rhinobatidae, junto con el resto de los batoideos, se distribuyeron ampliamente en todo el GDC, como lo documentaron Bizzarro *et al.* (2007), quienes sugieren que probablemente realizan migraciones a lo largo del GDC de acuerdo con los cambios oceanográficos estacionales, en búsqueda de alimento y refugio, así como el desarrollo de su ciclo reproductivo, visitando áreas de apareamiento y crianza. A partir de una exhaustiva revisión bibliográfica, Salomón-Aguilar *et al.* (2009) identificaron 19 probables zonas de reproducción y crianza para tiburones en el GDC.

Durante 1998–1999, Bizzarro *et al.* (2007) realizaron prospecciones estacionales de las capturas artesanales de tiburones y rayas a lo largo del GDC incluida la costa oriental de BC; sus resultados mostraron una tasa de captura relativamente elevada de éstos, en primavera y verano, respectivamente. Las especies registradas

por estos autores fueron las mismas que la flota arrastrera de San Felipe capturó en el norte del GDC. Las capturas con arrastre del grupo de rayas fueron las más abundantes en términos de biomasa durante 2009–2013, lo que coincide con lo señalado por Bizzarro *et al.* (2007) y Smith *et al.* (2009). Los menores volúmenes de captura incidental de rayas se registraron en otoño, esto, más que un cambio estacional en la densidad poblacional de dichas especies, pudiera ser el resultado del cambio de la pesca objetivo de la flota arrastrera de San Felipe, ya que en septiembre de cada año inicia la temporada de pesca de camarón en el GDC, que es la pesquería más valiosa en términos de rentabilidad económica de la región. Rábago-Quiroz *et al.* (2011) analizaron la distribución latitudinal y batimétrica de las especies más abundantes y frecuentes en la fauna acompañante del camarón del GDC en siete cruces efectuados en 2002–2005 y 2007 durante la época de veda del crustáceo (de marzo a agosto). Estos autores reportaron 15 especies en la captura incidental, siendo la raya *Urobatis halleri* la de mayor abundancia relativa (8.9%); sin embargo, por su pequeño tamaño posee bajo valor en el mercado y por lo general es descartada en el mar.

En el presente estudio, el grupo de las guitarras, compuesto por diversas especies del género *Rhinobatos*, presentó los mayores rendimientos de captura en una profundidad cercana a 91 m cerca de la zona costera frente a San Felipe, BC. Abascal-Monroy *et al.* (2012) concluyeron que las zonas de mayor abundancia para *R. productus* fueron aquellas frente a la costa este de Baja California en un intervalo de profundidad de 17–57 m. Estos datos sugieren que las mayores capturas del grupo compuesto por las guitarras reportadas en las bitácoras de pesca de arrastre contenían sobre todo *R. productus*. El grupo denominado manta presentó los mayores volúmenes de captura a profundidades entre 13 m y 213 m, debido tal vez a que especies como *D. dipterura*, *D. longa* y *G. marmorata* alcanzan por su anchura de disco (cuerpo) los mayores pesos corporales entre los batoideos de la región.

Bizzarro *et al.* (2007) y Smith *et al.* (2009) mencionan que la profundidad de operación de las redes agalleras de la pesquería artesanal que capturaron batoideos en BC durante 1998–1999,

varió por campamento y especie objetivo, donde los pescadores reportaron un intervalo de profundidad de pesca de 3–100 m. Por otra parte, la pesca de arrastre de merluza que se lleva a cabo en el norte del GDC en otoño e invierno, se realiza a profundidades de entre 30 m y 281 m. Esta pesquería registra una captura incidental de elasmobranquios importante similar a la obtenida por la flota arrastrera de San Felipe (Castillo-Geniz *et al.* 2007).

La región del norte del GDC posee uno de los regímenes de mareas más grandes del mundo, la amplitud anual promedio de las mareas es de cerca de 7 m (San Felipe y Puerto Peñasco). La disipación de energía de las mareas es más fuerte en el Alto Golfo y alrededor de las Grandes Islas (Isla Tiburón e Isla Ángel de la Guarda). La mezcla de las mareas tiene un efecto neto de llevar agua más fría y rica en nutrientes a la superficie. Las mareas, junto con las surgencias inducidas por los vientos y la circulación termohalina, convierten a esta región en una de las zonas de mayor productividad en el mundo (Brusca *et al.* 2005). Las excepcionales condiciones fisiográficas y oceanográficas del norte del GDC, incluida la región del Alto Golfo y Delta del Río Colorado (Álvarez-Borrego 1983, Simpson *et al.* 1994), le permiten poseer elevadas tasas de productividad biológica que se refleja en una significativa diversidad de especies (Brusca *et al.* 2005) que han sido el sustento para el desarrollo histórico de diversas pesquerías comerciales, tanto artesanales como industriales.

Los batoideos por lo general poseen una edad de madurez sexual tardía, baja fecundidad y lento crecimiento, lo que los hace ser un grupo vulnerable a la sobreexplotación (Musick 1999, Frisk 2010). En los batoideos, un cuerpo grande, asociado a un incremento en la edad de madurez, la longevidad y la longitud de madurez, parecen tener correlación con un elevado riesgo de sobreexplotación, extirpación y, en algunos casos, extinción (Dulvy y Reynolds 2002). Frisk *et al.* (2005) llevaron a cabo análisis demográficos en diferentes poblaciones de elasmobranquios en los que se mostró que las especies de vida corta tienen una presión de selección fuerte sobre la edad de madurez sexual, mientras que las especies de vida prolongada comparativamente tienen mayor selección hacia la supervivencia de

los adultos. Según Winemiller y Rose (1992), las especies que se han adaptado y desarrollado estrategias oportunistas con historias de vida más rápidas (cortas), responden mejor a un aumento en la mortalidad ambiental y antropogénica; mientras, por otro lado, especies con historias de vida lentas (prolongadas) se desempeñan mejor en ambientes estables y son vulnerables a repentinos aumentos en la mortalidad, como la producida por la pesca.

Históricamente las pesquerías de arrastre de tiburón y rayas han producido cambios en la estructura de las poblaciones, en la composición específica, así como en las abundancias en la región del Mar del Norte, en el Atlántico nororiental (Walker y Heessen 1996, Walker y Hislop 1998), como en la costa sureste de Australia (Graham *et al.* 2001). La pesca de arrastre de escama en el norte del GDC por parte de la flota de San Felipe, BC, tiene décadas de operar en esa región y explotarla. Es probable que la estructura de la comunidad demersal del norte del GDC, incluidos los cazones y las rayas, hayan experimentado algún cambio ocasionado por la pesca arrastrera y la artesanal. Sin embargo, la falta de registros históricos de la captura dirigida e incidental, no permite evaluar este impacto. Aun así, las historias de vida permiten sugerir que las especies de rayas que alcanzan tamaños relativamente grandes y producen pocas crías, como los Myliobatiformes (*D. dipterura*, *D. longus*, *G. marmorata*, *R. steindachneri*, *M. californica* y *M. longirostris*), pudieran estar sufriendo un proceso de sobrepesca, mientras que las especies de cazones y rinobátidos (*R. productus*, *R. glaucostigma* y *Z. exasperata*), que son biológicamente más productivos, pudieran estar resistiendo de mejor forma la presión de pesca. El caso del angelito (*S. californica*) destaca porque sus características poblacionales lo hacen vulnerable a la pesca, pero sus registros de pesca previos sugieren una resiliencia notable.

Las operaciones de pesca de arrastre de escama en el norte del GDC concluyen cuando inicia la temporada de camarón; esta dinámica pesquera se reflejó en los registros de las bitácoras de pesca, con un vacío de datos de capturas de peces óseos y de elasmobranquios durante otoño (septiembre-noviembre). Sin embargo, en los análisis de porcentajes de presencia, se

evidenció una mayor frecuencia para los grupos de tiburón, angelito, manta y guitarra en otoño, pero fue la estación con menor número de lances, por lo que los datos pudieran no ser representativos del comportamiento de las capturas y de sus abundancias. Por otra parte, estos datos permiten inferir que la mayoría de los cazones (*Mustelus* spp.), el angelito (*S. californica*), las guitarras (*Rhinobatos* spp.) y las rayas son especies residentes, como lo documentaron Bizzarro *et al.* (2007) en la pesca artesanal de la costa oriental de BC.

Es prioritario mejorar el sistema de registro de las capturas incidentales de elasmobranquios y de otras especies en la pesca de arrastre de escama en el norte del GDC y la toma de datos biológicos, como la estructura de longitudes y pesos, el análisis de estructuras reproductivas y la caracterización de las áreas de apareamiento y crianza.

Literatura citada

- Abascal-Monroy IM, J López-Martínez, E Herrera-Valdivia, JE Valdez-Holguín, C Cervantes-Valle. 2012. Dinámica poblacional del pez guitarra (*Rhinobatos* spp.), componente de la fauna de acompañamiento de la pesca de camarón en el Golfo de California. *En*: J López-Martínez, E Morales-Bojórquez (eds.). *Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora. México, pp: 169–186.
- Álvarez-Borrego S. 1983. Gulf of California. *In*: BH Ketchum (ed.). *Ecosystems of the World 26. Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier Scientific. New York, pp: 427–449.
- Bizzarro JJ, WD Smith, RE Hueter, J Tyminski, JF Márquez-Farías, JL Castillo-Geniz, GM Cailliet, CJ Villavicencio-Garayzar. 2007. El estado actual de los tiburones y rayas sujetos a explotación comercial en el Golfo de California: Una investigación aplicada al mejoramiento de su manejo pesquero y conservación. *Moss Landing Marine Laboratories Tech. Pub. 2009–02*. (Traducido por JL Castillo-Geniz).
- Bonfil R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper* No. 341. 119p.

- Brusca RC, LT Findley, PA Hastings, ME Hendrickx, JT Cosio, AM van der Heiden. 2005. Macrofaunal diversity in the Gulf of California. *In: JL Cartron, G Ceballos, RS Felger (eds.). Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico.* Oxford Univ. Press, New York, pp: 179–202.
- Carbonell A, F Alemany, P Merella, A Quetglas, E Román. 2003. The by-catch of sharks in the western Mediterranean (Balearic Islands) trawl fishery. *Fisheries Research* 61: 7–18.
- Castillo-Geniz JL. 1990. Contribución al conocimiento de la biología y la pesquería del cazón bironche, *Rhizoprionodon longurio* (Jordan y Gilbert 1882) (Elasmobranchii, Carcharhinidae) del sur de Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 128p.
- Castillo-Geniz JL, O Sosa-Nishizaki, JC Pérez-Jiménez. 2007. Morphological variation and sexual dimorphism in the California skate, *Raja inornata* Jordan and Gilbert 1881 from the Gulf of California, México. *Zootaxa* 1545: 1–16.
- Castillo-Geniz JL, SR Soriano-Velásquez, R Villaseñor-Talavera. 2008. Pesquerías mexicanas de tiburón en el Océano Pacífico. *En: T Machii, J Flores O (eds.). Pesquerías Latinoamericanas.* Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, SAGARPA. México, pp: 211–241.
- Compagno L, M Dando, S Fowler. 2005. *Sharks of the world.* Princeton Field Guides. New Jersey, EU. 368p.
- Cortés E. 2004. Life history patterns, demography and population dynamics. *In: JC Carrier, JA Musick, MR Heithaus (eds.). Biology of sharks and their relatives.* CRC Press. Boca Raton, USA, pp: 449–470.
- Cudney BR, PJT Boyer. 1998. *Pescando entre mareas del Alto Golfo de California. Una guía sobre la pesca artesanal, su gente y sus propuestas de manejo.* CEDO, AC. Puerto Peñasco, Sonora, México. 164p.
- DOF. 1999. Reglamento de la Ley de Pesca. *Diario Oficial de la Federación.* México. 29 de septiembre de 1999.
- DOF. 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. *Diario Oficial de la Federación.* México. 14 de febrero de 2007.
- Dulvy N, JD Reynolds. 2002. Predicting extinction vulnerability in Skates. *Conservation Biology* 16(2): 440–450.
- Espinosa-Pérez H, JL Castro-Aguirre, L Huidobro-Campos. 2004. *Catálogo Sistemático de Tiburones (Elasmobranchii: Selachimorpha).* Listados Faunísticos de México IX. Instituto de Biología, UNAM. México. 135p.
- Frisk MG. 2010. Life history strategies of Batoids. *In: JF Carrier, JA Musick, MR Heithaus (eds.). Sharks and their relatives II: Biodiversity, adaptive physiology, and conservation.* CRC Press. London, pp: 283–316.
- Frisk MG, TJ Miller, NK Dulvy. 2005. Life histories and vulnerability to exploitation of elasmobranchs: inferences from elasticity, perturbation and phylogenetic analyses. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 35: 27–45.
- Grande-Vidal JM. 1983. Evaluación biotecnológica de los recursos demersales vulnerables a redes de arrastre de fondo en el Golfo de California 1978–1980. *Ciencia Pesquera* 4: 97–125.
- Graham KJ, NL Andrew, KE Hodgson. 2001. Changes in relative abundance of sharks and rays on Australian South East Fishery trawl grounds after twenty years of fishing. *Marine and Freshwater Research* 52(4): 549–561.
- Holts DB, A Julian, O Sosa-Nishizaki, NW Bartoo. 1998. Pelagic shark fisheries along the west coast of the United States and Baja California, Mexico. *Fisheries Research* 39(2): 115–125.
- Kelleher K. 2008. Descartes en la pesca de captura marina mundial. Una actualización. *FAO Documento Técnico de Pesca* Núm. 470. Roma, Italia. 147p.
- Márquez-Farías JF. 2002. The artisanal ray fishery in the Gulf of California: Development, fisheries research, and management issues. *Shark News* 14: 1–5.
- Márquez-Farías JF, MP Blanco-Parra. 2006. Rayas del Golfo de California. *En: F Arreguín-Sánchez, L Beléndez-Moreno, I Méndez-Gómez-Humarán, R Solana-Sansores, C Rangel-Dávalos (eds.). Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo.* Instituto Nacional de la Pesca. México, pp: 303–321.
- McEachran JD, G Notarbartolo di S. 1995. Peces Batoideos. *En: W Fischer, F Krupp, W Schneider, C Sommer, KE Carpenter, VH Niem (ed.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen II. Vertebrados – Parte I,* FAO. Roma, pp: 647–1200.
- Musick JA. 1999. Ecology and conservation of long-lived marine animals. *In: JA Musick (ed.). Life in the slow lane: ecology and conservation of long-lived marine animals.* American Fisheries Society Symposium 23. USA, pp: 1–10.
- Musick JA. 2005. Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). *In: J Musick, R*

- Bonfil (eds.). Management techniques for elasmobranch fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper No. 474*. Rome. 251p.
- Oliver S, M Braccini, SJ Newman, ES Harvey. 2015. Global patterns in the bycatch of sharks and rays. *Marine Policy* 54: 86–97.
- Pérez-Jiménez JC, O Sosa-Nishizaki, JL Castillo-Geniz. 2005. A new Eastern North Pacific smoothhound shark (genus *Mustelus*, Family Triakidae) from the Gulf of California. *Copeia* 4: 834–845.
- Rábago-Quiroz CH, J López-Martínez, JE Valdez-Holguín, MO Nevárez-Martínez. 2011. Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más abundantes y frecuentes en la fauna acompañante del camarón del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical* 59(1): 255–267.
- Salomón-Aguilar CA, CJ Villavicencio-Garayzar, H Reyes-Bonilla. 2009. Shark breeding grounds and seasons in the Gulf of California: Fishery management and conservation strategy. *Ciencias Marinas* 35(4): 369–388.
- Santana-Morales O. 2004. Catálogo de tiburones, rayas y quimeras (Pisces Chondrichthyes) que habitan en las aguas del norte del Golfo de California. Tesis de Licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, División de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de Guadalajara. México. 108p.
- Simpson JH, AJ Souza, MF Lavin. 1994. Tidal mixing in the Gulf of California. In: KJ Beven, PC Chatwin, JH Millbank (eds.). *Mixing and transport in the environment*. John Wiley. New York, pp: 169–182.
- Smith WD, JJ Bizarro, GM Cailliet. 2009. La pesca artesanal de elasmobranchios en la costa oriental de Baja California, México: Características y consideraciones de manejo. *Ciencias Marinas* 35(2): 209–236.
- Soto-Mardones L, SG Marinone, A Parés-Sierra. 1999. Variabilidad espaciotemporal de la temperatura superficial del mar en el Golfo de California. *Ciencias Marinas* 25(1): 1–30.
- Sparre P, SC Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales Parte 1 Manual. *FAO. Documento Técnico de Pesca* Num. 306. Chile. 440p.
- van der Molen S, G Caille, R González. 1998. By-catch of sharks in Patagonian coastal trawl fisheries. *Marine and Freshwater Research* 49(7): 641–644.
- Walker PA, HJL Heessen 1996. Long-term changes in ray populations in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 53: 1085–1093.
- Walker PA, JRG Hislop. 1998. Sensitive skates or resilient rays? Spatial and temporal shifts in ray species composition in the central and north-western North Sea between 1930 and the present day. *ICES Journal of Marine Sciences* 55(3): 392–402.
- Weigmann S. 2016. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus biogeographical diversity. *Journal of Fish Biology* 88(3): 837–1037.
- Winemiller KO, KA Rose. 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49(10): 2196–2218.
- Zar JH. 1999. *Biostatistical Analysis*. Fourth Edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA. 663p.

Recibido: 10 de julio de 2015.

Aceptado: 2 de mayo de 2016.