

# ANÁLISIS DE ABUNDANCIA, DISTRIBUCIÓN Y TALLAS DE TIBURONES CAPTURADOS POR PESCA ARTESANAL EN EL PARQUE NACIONAL ARCHIPIÉLAGO LOS ROQUES, VENEZUELA

RAFAEL TAVARES

## RESUMEN

Se analizó la abundancia relativa, distribución y estructura de tallas de tiburones en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques, Venezuela. La información fue obtenida a través del monitoreo de la pesca artesanal local dirigida a los tiburones durante 2001-2002. Fueron registradas un total de 13 especies de tiburones, de las cuales *Carcharhinus limbatus* (47,9%) y *C. perezi* (37,7%) dominaron la composición de la captura. Las especies *Ginglymostoma cirratum*, *C. falciformis* y *Negaprion brevirostris* obtuvieron conjuntamente un valor de importancia de 10,7%. El esfuerzo pesquero se concentró principalmente en el tercer trimestre en ambos años y a su vez a profundidad <10m. *C. limbatus* y *C. perezi* obtuvieron un promedio general en el índice de abundancia relativa (CPUE  $\pm$  desv. estándar)

de  $2,76 \pm 2,43$  y  $2,35 \pm 2,17$  ind 100-anz<sup>-1</sup>, respectivamente. Los ejemplares de *C. limbatus* midieron 53-218cm LT y el 96,5% resultaron ser juveniles capturados en la laguna central del archipiélago. En el caso de *C. perezi*, la captura estuvo conformada por individuos 67-270cm LT y el 82,6% fueron juveniles capturados en áreas poco profundas cercanas a las islas. Este estudio muestra que el Archipiélago Los Roques funciona como área de criadero para *C. limbatus* y *C. perezi*. La protección de las áreas de criadero, como estrategia de conservación, contribuiría directamente con el proceso natural del reclutamiento y mantenimiento del tamaño de las poblaciones y debe ser promovida en ese Parque Nacional.

Los tiburones son uno de los grupos de peces marinos menos resistentes a soportar niveles elevados de mortalidad por pesca, debido a que están biológicamente caracterizados por poseer crecimiento lento, madurez sexual tardía y baja fecundidad (Musick *et al.*, 2000). La mayoría de los tiburones son depredadores que se encuentran en el ápice de la cadena trófica y por ende desempeñan una función esencial en el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas marinos, principalmente aquellos localizados en las regiones tropicales (Bascompte *et al.*, 2005). A pesar de su importancia ecológica y económica, los tiburones no han recibido un tratamiento apropiado

por parte de las instituciones encargadas de administrar los recursos pesqueros en la mayoría de las naciones que los aprovechan comercialmente. En la actualidad existe una preocupación generalizada debido a la disminución global de la biomasa de los tiburones en los océanos y, en consecuencia, varias organizaciones internacionales, encabezadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), han instado para que los países elaboren y ejecuten un plan de acción nacional (PAN) dirigido a la conservación y uso sostenible de este recurso pesquero (FAO, 2000).

En Venezuela, la pesca artesanal de tiburones es una actividad

tradicional que se realiza en casi toda la extensión de su costa e islas. No obstante, el esfuerzo pesquero ejercido sobre este recurso por las pesquerías artesanales, así como los niveles de captura, no se conocen con precisión. Este desconocimiento se debe, en parte, a la dificultad para recolectar la información de capturas en comunidades pesqueras disgregadas, así como por carecer de organización laboral formal. El análisis de la producción pesquera realizado por Novoa *et al.* (1998) arrojó que el 86% de la captura de tiburones proviene de la pesca artesanal y el resto de la pesca industrial. Esta contribución en la producción de este recurso evidencia la importancia de las actividades de pesca artesanal en el país.

**PALABRAS CLAVE / Áreas de Criadero / *Carcharhinus* / Elasmobranchios / Pesquería / Utilización de Hábitat /**

Recibido: 25/07/2008. Modificado: 22/06/2009. Aceptado: 25/06/2009.

**Rafael Tavares.** Licenciado en Biología, Universidad de Lisboa, Portugal. Magíster en Ciencias Marinas, Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV), Universidad de Oriente (UDO), Venezuela. Investigador, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Venezuela. Profesor, IOV-UDO, Venezuela. Dirección: Estación INIA, Calle Cazorla, La Asunción 6311, Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta, Venezuela. e-mail: rtavares@inia.gob.ve

El Parque Nacional Archipiélago Los Roques, en el Mar Caribe venezolano, alberga una gran biodiversidad marina, por lo cual resulta un lugar codiciado por los pescadores para llevar a cabo actividades (Tavares, 2005). Sin embargo, debido al régimen de parque nacional que tiene este archipiélago, las actividades comerciales de extracción de los recursos marinos están sujetas a regulaciones específicas como lo son, entre otras, el uso exclusivo de métodos de pesca artesanales y la limitación en el número de permisos de pesca, los cuales deben ser otorgados únicamente a los pescadores locales o aquellos que por tradición han realizado actividades pesqueras en el archipiélago (Amend, 1992). Entre los trabajos sobre pesquería y biología de tiburones llevados a cabo en el Archipiélago Los Roques se encuentran el análisis de la alimentación de *Carcharhinus limbatus* (Tavares y Provenzano, 2000), el estudio sobre la biodiversidad de tiburones (Tavares, 2001) y el análisis de la abundancia y distribución de tiburones capturados por la flota artesanal palangrera de media altura (Tavares, 2005). En vista de la importancia de este recurso, el objetivo del presente estudio fue examinar la composición de la captura, abundancia relativa, distribución, y estructura de tallas de los tiburones capturados en la pesquería artesanal llevada a cabo en el Archipiélago Los Roques.

### Área de estudio

El Parque Nacional Archipiélago Los Roques se encuentra en el Mar Caribe (11°44' - 12°06'N / 66°36' - 66°57'O), a 160km del puerto de La Guaira, región centro-norte de Venezuela (Figura 1). El archipiélago ocupa un área de 2251km<sup>2</sup> y está conformado por ~40 cayos o islotes agrupados alrededor de una laguna central. La temperatura del agua fluctúa entre 25 y 30°C, registrándose valores mínimos entre enero y febrero y máximos entre julio y octubre (Amend, 1992). El Archipiélago Los Roques es reconocido por poseer uno de los sistemas de arrecife coralino más importante y mejor conservado en el Mar Caribe (Baamonde, 2003). En cuanto a la diversidad de la fauna ictiológica presente en el archipiélago, se han registrado cerca de 370 especies (Ramírez y Cervigón, 2004).

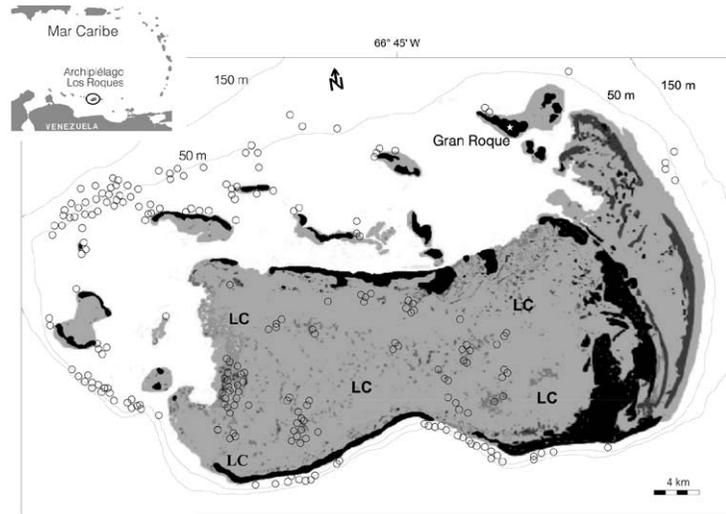


Figura 1. Mapa del Parque Nacional Archipiélago Los Roques mostrando la distribución espacial de los tiburones capturados en la pesca artesanal con palangre llevada a cabo durante el período 2001-2002. Negro: islas o cayos, gris oscuro: sistema de barreras de coral, gris claro: áreas de aguas someras (<8m de profundidad), o: posición geográfica de las capturas, LC: laguna central del archipiélago.

### Materiales y Métodos

#### Descripción de la pesquería

En el Parque Nacional Archipiélago Los Roques, el método de pesca permitido para la captura de tiburones es el palangre de fondo, que está construido de nylon monofilamento o cordel de poliéster alquitranado y el número de anzuelos (tipo J, tamaño # 3-5) puede variar entre 100 y 400. Una de las características de los palangres tiburoneros es la utilización de una porción de alambre de acero inoxidable colocada entre el rendal y el anzuelo, lo cual evita el escape de los animales capturados. El modo de operar el palangre por los diferentes grupos de pescadores es muy similar, siendo el lance de pesca al atardecer y el levado a primeras horas de la mañana del día siguiente. El tiempo de pesca (período entre el lance y levado) puede oscilar entre 12 y 14 h. La carnada está normalmente constituida por los siguientes grupos de peces: roncadores (*Haemulon* spp.), pargos (*Lutjanus* spp.; *Ocyurus chrysurus*), loros (*Scarus* spp.), macabí (*Albula vulpes*), mojarra (*Gerres cinereus*) y sardinias (*Harengula humeralis*). Las embarcaciones de pesca utilizadas son botes pequeños (6-8m de eslora) propulsados por motores fuera de borda (48-75hp) construidos de madera o fibra de vidrio. La pesca de tiburones se realiza en zonas de aguas someras, a 3-10m de profundidad y, alrededor de la plataforma insular del archipiélago, hasta los 80m de profundidad. Las autoridades del parque nacional no llevan

un registro de los pescadores que se dedican a la pesca de tiburones, por lo tanto no se conoce con exactitud el número de embarcaciones involucradas en esta actividad. Durante los años 2001 y 2002 se logró registrar un total de 16 y 12 embarcaciones, respectivamente, que realizaron actividades de pesca de tiburones.

#### Recolección de información

Los datos fueron obtenidos del monitoreo de la pesca artesanal de tiburones llevada a cabo durante los años 2001 y 2002. La información recolectada en el 2001 es la

más completa debido a que se obtuvo a través del monitoreo intensivo de la pesquería durante ese año, mientras que la información generada durante el año 2002 correspondió al monitoreo parcial de tales actividades pesqueras. La recolección de la información en el 2002 se obtuvo, en lo posible, a través de visitas mensuales al archipiélago. Para cada operación de pesca monitoreada (faena diaria de pesca por embarcación) se registró la fecha, el número de anzuelos empleados, la posición geográfica y la profundidad de las capturas. En algunos casos, la información mencionada fue recolectada a través de la cooperación de los mismos pescadores, los cuales accedieron a recibir un entrenamiento previo. Los tiburones capturados fueron identificados hasta el nivel de especie y se registró el sexo, la longitud total (LT; cm), la longitud horquilla (LH; cm) y el peso (kg).

#### Análisis de la información

La distribución espacial de la captura de tiburones se basó en el registro de las posiciones geográficas de las operaciones de pesca a través de un GPS manual. Para cada año se analizó la composición de la captura por especies, expresada en porcentajes. Debido a que la captura de tiburones realizada en ciertas épocas del año, tales como períodos de nacimientos, y en zonas de aguas poco profundas, como áreas de criadero, puede causar un impacto negativo en las poblaciones de juveniles, la distribución del esfuerzo de pesca se analizó en detalle según la estacionali-

dad y la profundidad. Los datos del esfuerzo expresados en número de operaciones pesqueras (años combinados), fueron examinados estadísticamente mediante un análisis de tablas de contingencia (RxC) basado en modelos log-lineales. Esta prueba utiliza el estadístico  $\chi^2$  de verosimilitud logarítmica para detectar diferencias significativas entre las variables estudiadas y conocer la significación resultante de la interacción de los factores considerados. Se establecieron como factores la estacionalidad por trimestres (cuatro niveles: 1-4) y la profundidad (dos niveles:  $p_1 < 10m$  y  $p_2 > 10m$ ).

La abundancia relativa (CPUE) del grupo de los tiburones en general, así como de las especies más comunes, fue calculada para cada operación de pesca como el número de individuos capturados por cada 100 anzuelos ( $\text{ind } 100\text{-anz}^{-1}$ )  $\pm$  desviación estándar. Debido a que los datos de la CPUE no se ajustaron al criterio de normalidad y homogeneidad de varianzas, se utilizó el método no paramétrico de Kruskal-Wallis para comparar los niveles de la abundancia relativa por años, estacionalidad (trimestres anuales) y estratos de profundidad. Adicionalmente, se analizó gráficamente la variación de la abundancia relativa de los tiburones de acuerdo a la talla y profundidad de captura.

La caracterización de la estructura de tallas de las especies más importantes se basó en el análisis de capturas. Se aplicó la prueba de  $\chi^2$  para detectar la presencia de heterogeneidad en la proporción de sexos observada. La distribución de tallas por sexo se presenta gráficamente mediante histogramas de frecuencia, estando los ejemplares agrupados en clases de 5cm LT. A su vez, las tallas de madurez sexual reportadas en la literatura para las especies más comunes fueron utilizadas con el propósito de estimar la proporción de individuos juveniles capturados en la pesquería. Adicionalmente, después de transformar a logaritmos las tallas individuales (LT), se aplicó análisis de varianza de

TABLA I  
DISTRIBUCIÓN ANUAL Y ESTACIONAL DE LA CAPTURA DE TIBURONES Y DEL ESFUERZO PESQUERO REGISTRADOS EN LA PESCA ARTESANAL REALIZADA EN EL P.N. ARCHIPIÉLAGO LOS ROQUES EN 2001-2002. LOS VALORES ENTRE PARÉNTESIS CORRESPONDEN A LOS PORCENTAJES DE IMPORTANCIA RESPECTIVOS

Años/Trimestres	Captura		Esfuerzo de pesca	
	Nº individuos	Peso (kg)	Nº operaciones	Nº anzuelos
2001				
Trimestre 1	127 (19,9)	1728 (21)	47 (29,7)	5616 (20,9)
Trimestre 2	73 (11,4)	1411 (17,1)	42 (26,6)	6007 (22,3)
Trimestre 3	422 (66,1)	4720 (57,4)	61 (38,6)	14428 (56,6)
Trimestre 4	16 (2,5)	369 (4,5)	8 (5,1)	845 (3,1)
Totales	638	8.228	158	26896
2002				
Trimestre 1	16 (9,7)	203 (8,0)	5 (13,9)	788 (13,5)
Trimestre 2	63 (38,2)	1422 (56,1)	15 (41,7)	1801 (30,9)
Trimestre 3	77 (46,7)	610 (23,9)	11 (30,6)	2454 (42,1)
Trimestre 4	9 (5,5)	305 (12)	5 (13,9)	789 (13,5)
Totales	165	2540	36	5832
Años Combinados				
Trimestre 1	143 (17,8)	1931 (17,9)	52 (26,8)	6404 (19,6)
Trimestre 2	136 (16,9)	2833 (26,3)	57 (29,4)	7808 (23,9)
Trimestre 3	499 (62,1)	5330 (49,5)	72 (37,1)	16882 (51,6)
Trimestre 4	25 (3,1)	674 (6,3)	13 (6,7)	1634 (5,0)
Totales	803	10768	194	32728

una vía (ANOVA I) para detectar diferencias estadísticas entre los promedios de talla por sexo.

La correlación entre esfuerzo pesquero (número de anzuelos) y captura estacional de tiburones (número de individuos) se midió a través del coeficiente de Pearson (r). Se presentan las ecuaciones de conversión entre las variables biométricas más importantes obtenidas de la aplicación de procedimientos de regresión. Las variables relacionadas fueron: LT vs LH, LH vs LT, y LT vs peso. Todas las pruebas estadísticas aplicadas están detalladas en Zar (1996). Se seleccionó un nivel de significancia del 95%.

(Tabla I). En relación a la composición porcentual de la captura por especie (Figura 2), *C. limbatus* (47,9%) y *C. perezii* (37,7%) fueron las especies más frecuentemente registradas. Los porcentajes de contribución de estas especies fueron muy similares para ambos años. Otras especies relativamente comunes en las capturas fueron *Ginglymostoma cirratum* (4,9%), *C. falciformis* (4,0%) y *Negaprion brevirostris* (1,9%). La información presentada en la Tabla II compara la lista de especies reportada en el presente estudio (n= 13) con las obtenidas en otros estudios realizados previamente en el Archipiélago Los Roques.

El esfuerzo de pesca registrado fue de 158 operaciones (26896 anzuelos) en el 2001 y 36 operaciones (5832 anzuelos) en el 2002 (Tabla I). El nivel de esfuerzo no estuvo uniformemente distribuido por la época del año, siendo detectada una diferencia altamente significativa entre trimestres ( $\chi^2\text{-vl}= 55,62$ ;  $P < 0,001$ ). El esfuerzo estuvo principalmente concentrado en el tercer trimestre, coincidiendo así con el período donde se registró el mayor número de tiburones capturados. A pesar de la variabilidad en la distribución estacional del esfuerzo, este estuvo significativamente corre-

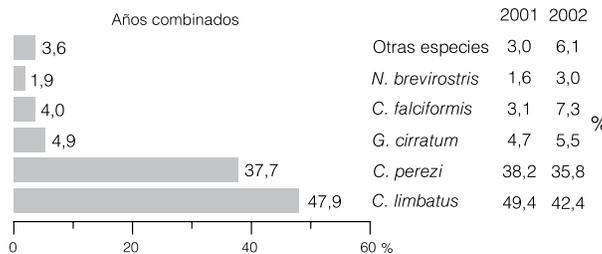


Figura 2. Composición de la captura por especies en la pesca artesanal de tiburones realizada en el Archipiélago Los Roques durante el período 2001-2002. Los valores al final de las barras del histograma corresponden a los porcentajes de contribución combinando los años de muestreo.

lacionado con las capturas ( $r=0,983$ ). El 43,1% del esfuerzo de pesca (14237 anzuelos) fue ejercido en el estrato de profundidad  $p_1$  (<10m), mientras que el 56,9% (18491 anzuelos) se observó en el estrato  $p_2$  (>10m). No se detectó diferencia significativa entre los niveles de esfuerzo ejercidos según los estratos de profundidad examinados ( $\chi^2-vl=2,17$ ;  $P>0,05$ ). Del esfuerzo desplegado en el estrato  $p_1$  el 68,2% (9703 anzuelos) se localizó en el tercer trimestre del año. La prueba estadística aplicada fue altamente significativa para la interacción estacionalidad  $\times$  profundidad ( $\chi^2-vl=44,68$ ;  $P<0,001$ ), lo cual evidencia que la profundidad mayormente utilizada en las operaciones de pesca cambia estacionalmente.

Los promedios anuales de la CPUE estimados para los tiburones fueron  $2,87 \pm 2,48$  y  $3,05 \pm 2,71$  ind 100-anz<sup>-1</sup> en 2001 y 2002, respectivamente. El análisis estadístico (Kruskal-Wallis) no arrojó diferencias signifi-

TABLA II  
ESPECIES DE TIBURONES REGISTRADAS (n = 21)  
DEL MONITOREO DE LA PESCA ARTESANAL LLEVADA  
A CABO EN EL P.N. ARCHIPIÉLAGO LOS ROQUES DURANTE  
VARIOS PERÍODOS DE ESTUDIO

Familia/Especies	Nombre Común	Tavares		Presente Estudio
		(1997)	(2005)	
Alopiidae				
<i>Alopias superciliosus</i>	Tiburón Zorro		+	
Carcharhinidae				
<i>Carcharhinus altimus</i>	Tiburón baboso		+	
<i>Carcharhinus falciformis</i>	Tiburón bobo	+	+	+
<i>Carcharhinus leucas</i>	Tiburón toro	+		
<i>Carcharhinus limbatus</i>	Tiburón macuira	+	+	+
<i>Carcharhinus perezii</i>	Tiburón piedrero		+	+
<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Tiburón cuero duro		+	+
<i>Carcharhinus obscurus</i>	Tiburón manto negro	+		
<i>Carcharhinus signatus</i>	Tiburón trompa larga		+	+
<i>Galeocerdo cuvier</i>	Tiburón tigre	+	+	+
<i>Negaprion brevirostris</i>	Tiburón cuchivano	+	+	+
<i>Prionace glauca</i>	Tiburón azul		+	
<i>Rhizoprionodon lalandei</i>	Cazón chino			+
Ginglymostomatidae				
<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Tiburón gata	+	+	+
Hexanchidae				
<i>Hexanchus griseus</i>	Tiburón ojo de vaca			+
<i>Hexanchus nakamurai</i>	Tiburón ojo de vaca			+
Lamnidae				
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Tiburón carite	+		
Sphyrnidae				
<i>Sphyrna lewini</i>	Cornúa	+	+	+
<i>Sphyrna mokarran</i>	Cornúa aletona		+	+
Triakidae				
<i>Mustelus canis</i>	Viuda virma		+	
<i>Mustelus norrisi</i>	Viuda virma blanca		+	+

$P<0,05$ ) entre los niveles estacionales de la abundancia relativa para esta especie. Los promedios trimestrales de la CPUE estimados para *C. limbatus* oscilaron entre  $0,91 \pm 0,37$  y  $3,04 \pm 2,02$  ind 100-anz<sup>-1</sup> (Figura 3). Las estimaciones en la CPUE según la profundidad de captura fueron  $3,14 \pm 2,24$  en el estrato  $p_1$  y  $0,53 \pm 0,16$  ind 100-anz<sup>-1</sup> en el estrato  $p_2$ . La comparación estadística fue altamente significativa (Kruskal-Wallis;  $P<0,001$ ) para los niveles de abundancia entre estratos para esta especie.

Del total de individuos capturados de *C. limbatus* (n=385), el 51,9% fueron machos y 48,1% fueron hembras. Esta proporción de sexos no difiere significativamente de la esperada (1:1;  $\chi^2=0,58$ ;  $P>0,05$ ). La captura de esta especie estuvo conformada por individuos con tallas entre 53 y 218cm LT. El 96,5% presentaron tallas <130cm LT y resultaron ser

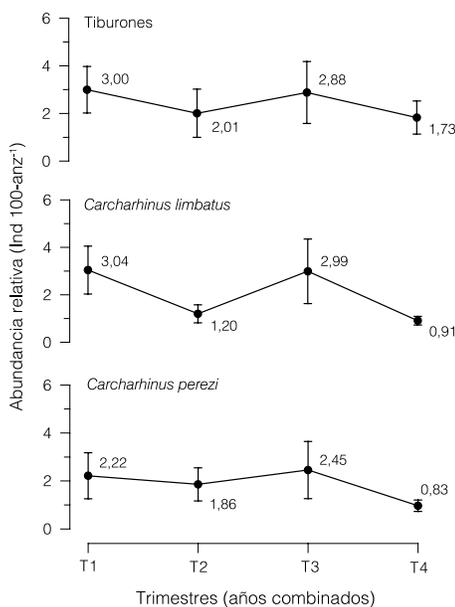


Figura 3. Variación estacional de la abundancia relativa (CPUE) para el grupo de los tiburones y para las especies *Carcharhinus limbatus* y *C. perezii*, capturadas en la pesca artesanal realizada en el Archipiélago Los Roques durante el periodo de estudio (años combinados). Los valores en el interior del gráfico corresponden a los promedios trimestrales de la CPUE.

cativas ( $P>0,05$ ) entre los niveles anuales de abundancia relativa. En cuanto a la variación estacional, los promedios trimestrales de la CPUE oscilaron entre  $1,73 \pm 1,26$  y  $3,00 \pm 1,95$  ind 100-anz<sup>-1</sup> (Figura 3). La comparación de los niveles de la abundancia trimestral no fue estadísticamente significativa (Kruskal-Wallis;  $P>0,05$ ). Según la profundidad de captura, el promedio de la CPUE de  $3,49 \pm 2,38$  ind 100-anz<sup>-1</sup> obtenido en el estrato  $p_1$  (<10m) fue significativamente mayor (Kruskal-Wallis;  $P<0,001$ ) al promedio de  $1,96 \pm 1,84$  estimado en el estrato  $p_2$  (>10m). Los valores más elevados de la CPUE (>3,0 ind 100-anz<sup>-1</sup>) estuvieron principalmente distribuidos en el grupo de tiburones con <100 cm LT capturados en zonas de poca profundidad (Figura 4).

*Carcharhinus limbatus* resultó ser la especie más frecuentemente capturada y abundante durante el período de estudio. La abundancia relativa de esta especie no varió significativamente entre años (Kruskal-Wallis;  $P>0,05$ ), con un promedio general en la CPUE de  $2,76 \pm 2,43$  ind 100-anz<sup>-1</sup>. Se detectó una variación significativa (Kruskal-Wallis;

sexualmente inmaduros (Figura 5). El análisis de varianza no detectó diferencia significativa en los promedios de talla entre sexos (ANOVA;  $F=0,07$ ;  $P>0,05$ ). La distribución espacial muestra que el grupo de individuos <130cm LT fueron capturados en una zona específica que

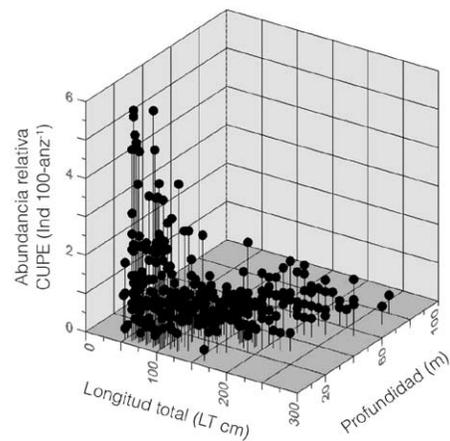


Figura 4. Variación de la abundancia relativa (CPUE) de los tiburones de acuerdo a la talla y profundidad de captura observada en el Archipiélago Los Roques durante el periodo de estudio (años combinados).

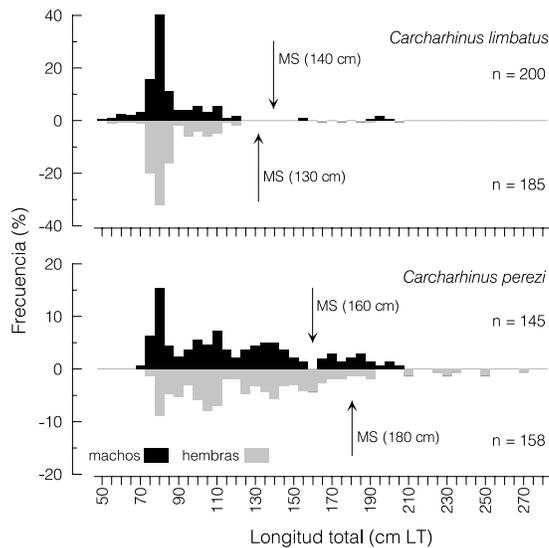


Figura 5. Estructura de tallas por sexos correspondientes a *Carcharhinus limbatus* y *C. perezi* capturados en la pesca artesanal realizada en el Archipiélago Los Roques durante el período de estudio (años combinados). Las flechas indican las tallas promedio de madurez sexual (MS) reportadas por Compagno (1984).

corresponde a la laguna central del archipiélago (Figura 6). A su vez, los ejemplares adultos fueron capturados en una zona localizada en el extremo noroccidental de la plataforma insular, a excepción de una hembra en estado avanzado de gravidez capturada en el límite oeste de la laguna central.

*Carcharhinus perezi* obtuvo un promedio general en la CPUE de  $2,35 \pm 2,17$  ind 100-anz<sup>-1</sup> y los valores trimestrales oscilaron entre  $0,83 \pm 0,47$  y  $2,45 \pm 2,38$  ind 100-anz<sup>-1</sup> (Figura 3). La comparación estadística entre los niveles anuales y estacionales de la abundancia relativa no fue significativa (Kruskal-Wallis;  $P > 0,05$ ). De acuerdo a la profundidad, los valores estimados de la CPUE fueron  $4,12 \pm 2,61$  ind 100-anz<sup>-1</sup> en el estrato  $p_1$  y  $1,71 \pm 0,51$  en el estrato  $p_2$ . Los niveles de abundancia de esta especie variaron significativamente (Kruskal-Wallis;  $P < 0,05$ ) según la profundidad.

La captura de *C. perezi* ( $n = 303$ ) estuvo conformada por 47,9% de machos y 52,1% de hembras, obteniéndose una proporción entre sexos no significativamente diferente de la esperada (1:1;  $\chi^2 = 0,56$ ;  $P > 0,05$ ). La talla de los ejemplares examinados abarcó un amplio rango, 67 y 270cm LT y una proporción elevada (82,6%) de la captura de esta especie estuvo conformada por individuos sexualmente inmaduros (Figura 5). La comparación de los promedios de talla fue estadísticamente significativa en-

tre sexos (ANOVA;  $F = 5,33$ ;  $P < 0,05$ ). La distribución espacial muestra que los individuos juveniles fueron principalmente capturados en áreas cercanas a las islas y que los adultos fueron capturados en aguas más profundas, alrededor de la plataforma insular del archipiélago (Figura 6).

El valor general de la CPUE estimado para *G. cirratum* fue de  $0,84 \pm 0,47$  ind 100-anz<sup>-1</sup>. Del total de ejemplares examinados ( $n = 39$ ) 53,8% fueron machos y 46,2% hembras (1:1;  $\chi^2 = 0,56$ ;  $P > 0,05$ ). La captura de esta especie estuvo constituida por individuos entre 48 y 225cm LT. Con rela-

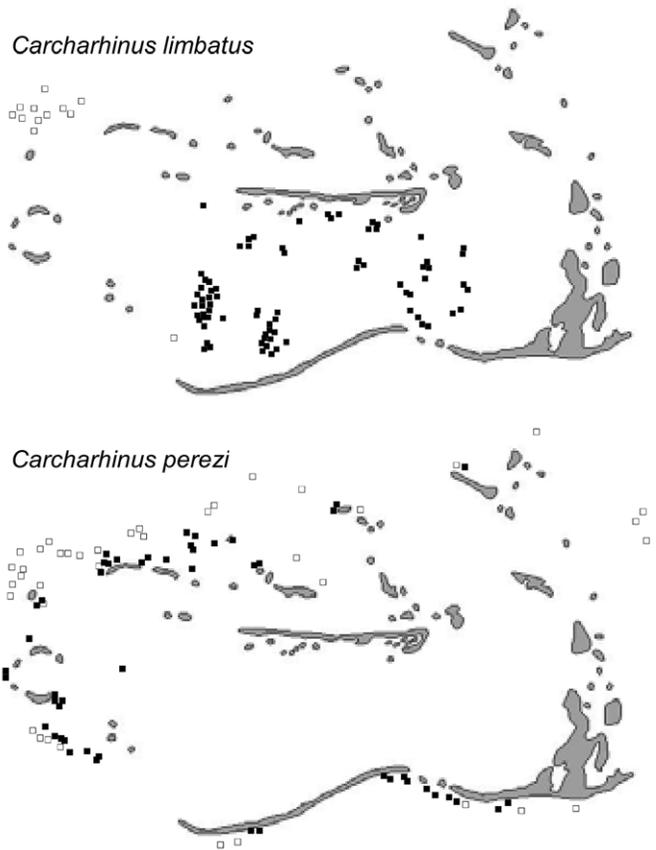


Figura 6. Distribución espacial de los juveniles y adultos de *C. limbatus* y *C. perezi* capturados en la pesca artesanal realizada en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques durante el período de estudio (años combinados). ■: individuos juveniles, □: individuos adultos.

TABLA III  
Ecuaciones de conversión entre las variables biométricas seleccionadas\* para las especies de tiburones más frecuentemente capturadas en la pesca artesanal realizada en el P.N. Archipiélago Los Roques en 2001-2002

Especie	n	Ecuaciones	$r^2$	Intervalos de Talla y Peso		
				LT (cm)	LH (cm)	P (g)
(media $\pm$ DS)						
<i>C. limbatus</i>	66	LT = 1,174*(LH) + 3,618 LH = 0,845*(LT) - 2,507	0,993	82-193 (108,6 $\pm$ 33,7)	67-160 (90,3 $\pm$ 28,1)	n.a.
	385	P = 0,0068*(LT) <sup>3,028</sup>	0,975	53-218 (122,1 $\pm$ 37,7)	n.a.	1300-57000 (5301,4 $\pm$ 9523,7)
<i>C. perezi</i>	116	LT = 1,198*(LH) + 3,087 LH = 0,824*(LT) - 1,369	0,988	81-221 (120,6 $\pm$ 31,5)	69-182 (90,8 $\pm$ 26,1)	n.a.
	244	P = 0,0021*(LT) <sup>3,210</sup>	0,974	67-270 (122,1 $\pm$ 37,8)	n.a.	1500-110000 (16300,3 $\pm$ 17162,4)
<i>G. cirratum</i>	30	LT = 1,353*(LH) - 18,060 LH = 0,736*(LT) + 13,700	0,997	120-200 (158,9 $\pm$ 25,6)	98-158 (130,1 $\pm$ 19,3)	n.a.
	38	P = 0,043*(LT) <sup>2,641</sup>	0,959	48-225 (162,3 $\pm$ 40,4)	n.a.	3500-7000 (7405,4 $\pm$ 15044,0)
<i>C. falciformis</i>	20	LT = 1,395*(LH) - 11,900 LH = 0,712*(LT) + 8,975	0,995	95-122 (116,2 $\pm$ 11,0)	77-99 (84,6 $\pm$ 8,4)	n.a.
	32	P = 0,025*(LT) <sup>2,716</sup>	0,963	94-252 (126,1 $\pm$ 39,2)	n.a.	4000-60000 (1872,7 $\pm$ 6614,0)

LT vs LH, LH vs LT, LT vs P.

ción a *C. falciiformis*, la CPUE general obtenida durante el periodo de estudio fue de  $1,60 \pm 1,44$  ind 100-anz<sup>-1</sup>. La proporción de sexos observada, 46,9% machos y 53,1% hembras (n= 32), tampoco fue significativamente diferente de la esperada (1:1;  $\chi^2 = 0,56$ ;  $P > 0,05$ ). Los ejemplares capturados de esta especie midieron entre 94 y 252cm LT. En la Tabla III se presentan las ecuaciones de conversión entre las variables biométricas para las especies más comúnmente capturadas en la pesquería.

## Discusión

Las especies más frecuentemente capturadas en la pesca artesanal de tiburones realizada por los pescadores locales del Archipiélago Los Roques, fueron *Carcharhinus limbatus* (47,9%) y *C. perezi* (37,7%). En otro estudio, donde fueron monitoreadas las operaciones de embarcaciones procedentes de la flota palangrera venezolana de media altura (Tavares, 2005), se encontró que las especies predominantes en la composición de la captura para el área del Archipiélago Los Roques eran *C. perezi* (46,7%) y *C. falciiformis* (30,2%). La diferencia observada en cuanto al orden de importancia de las especies entre los dos estudios se relaciona con la profundidad de las áreas exploradas. En la pesquería local se utilizan embarcaciones pequeñas que son muy versátiles para operar en las zonas internas del archipiélago, de allí en el presente estudio se detectó que cerca del 50% de las operaciones de pesca se realizaron en aguas con profundidades <10m. Contrariamente, las embarcaciones de la flota palangrera llevaron a cabo sus operaciones alrededor de la plataforma insular (20-394m de profundidad) y el esfuerzo pesquero se ubicó principalmente entre los 80 y 120m (Tavares, 2005).

Los niveles más elevados en cuanto al esfuerzo pesquero y captura en número de tiburones correspondieron al tercer trimestre de cada año de estudio. En el Archipiélago Los Roques, este período coincide con la época de nacimiento de varias especies de tiburones y probablemente también con su época de copulación. Por ejemplo, los nacimientos de *C. limbatus* se observan durante el mes de agosto, mientras que los de *C. perezi* son registrados entre agosto y septiembre (Tavares, 2001). Los períodos y áreas de nacimiento de las especies más comunes son conocidos por los pescadores del archipiélago dedicados a la captura de tiburones. En consecuencia, se

produce un incremento en el esfuerzo pesquero durante esta época, que a su vez se concentra en áreas poco profundas. Por otra parte, el incremento en el esfuerzo también podría guardar relación con el periodo de veda (seis meses consecutivos de mayo a octubre) para la pesca de la langosta espinosa, que es el recurso pesquero más importante en el archipiélago.

Los promedios generales del índice de abundancia relativa estimados para los tiburones durante el período de estudio son comparables con los reportados previamente para el Archipiélago Los Roques y otras islas oceánicas venezolanas (Tavares, 2005). Sin embargo, la información en su conjunto no es suficiente para inferir acerca de la tendencia anual de los niveles de abundancia en el Archipiélago Los Roques, una vez que no se cuenta con datos de captura y esfuerzo de pesca en series de tiempo, como consecuencia de la inexistencia de programas de monitoreo continuos en el parque nacional. Por otra parte, la variabilidad estacional observada en la abundancia relativa estaría más relacionada con la distribución e intensidad del esfuerzo pesquero (traducido en términos de tamaño de muestra) que con la existencia de cambios temporales en las densidades poblacionales. En las regiones subtropicales y templadas, la ocurrencia y abundancia de tiburones pueden estar condicionadas por cambios climáticos estacionales que llevan a la disminución de la temperatura del agua durante ciertas épocas del año. Por ejemplo, en la costa sudeste de los EEUU, las bajas temperaturas registradas durante el invierno obligan a los tiburones a desplazarse hacia otras áreas geográficas más cálidas (Castro, 1993). El Archipiélago Los Roques está situado en un área tropical, donde las condiciones climáticas sufren pocos cambios a lo largo del año. Este aspecto, junto con la gran biodiversidad presente en el archipiélago, permitiría condiciones ambientales apropiadas durante todo el año para el desarrollo de los procesos biológicos de las especies de tiburones que habitan en el área.

Los resultados también mostraron que la abundancia relativa es más elevada en zonas de poca profundidad (<10m), que a su vez son habitadas principalmente por tiburones juveniles. Los mapas de la distribución espacial de *C. limbatus* y *C. perezi*, además de mostrar las áreas específicas de captura según el desarrollo ontogénico, evidencian la diferenciación existente entre las zonas habitadas por juveniles

y adultos. Las zonas habitadas por juveniles corresponderían a las denominadas áreas de criadero de tiburones, que según Castro (1993) son aquellas zonas de aguas someras y con abundancia en presas (lagunas, estuarios y bahías) donde las hembras depositan los huevos o dejan las crías, permaneciendo éstas los primeros meses o años de vida. Desde el punto de vista ecológico, las áreas de criadero funcionarían como refugio contra depredadores y asegurarían la disponibilidad de alimento durante esta fase temprana del ciclo de vida.

En el caso de *C. limbatus*, los resultados indicarían que la laguna central del archipiélago funciona como área de criadero específica para esta especie, una vez que no se registraron capturas de otras especies de tiburones en el interior de esta zona. Por el contrario, estudios realizados en el Golfo de México, nordeste de Brasil y sudeste de los EEUU, comúnmente han reportado áreas de criadero para *C. limbatus* que son multi-específicas, debido a que son utilizadas o compartidas por los juveniles de otras especies (Castro, 1993; Castillo-Géniz *et al.*, 1998; Heupel y Hueter, 2002; Yokota y Lessa, 2006; Hueter *et al.*, 2007). Por otra parte, la estructura poblacional de esta especie en el Archipiélago Los Roques, reflejada en las capturas registradas en la pesquería, se caracteriza por presentar un patrón muy particular. La ausencia de individuos adultos en el archipiélago sugiere que éstos no habitan normalmente el área de estudio y que las hembras utilizarían la laguna central únicamente para dar a luz a sus crías. Esta hipótesis estaría también apoyada por el comportamiento migratorio reportado para *C. limbatus* (Castro, 1996; Kohler *et al.*, 1998).

Existen indicios que apuntan hacia la creencia que las hembras de la especie *C. limbatus* poseen la habilidad de retornar al lugar de nacimiento con el fin de reproducirse (en este caso dar a luz a sus crías), después de haber realizado algún tipo de migración. Este comportamiento animal se conoce con el término de “natal homing” o “reproductive philopatry”, y ha sido ampliamente documentado en varias especies, como algunos peces migratorios y tortugas marinas (Leggett, 1977; Hueter, 1998). Diversos estudios han mostrado que los individuos de algunas especies de tiburones, incluyendo *C. limbatus*, exhiben una tendencia a permanecer o regresar a sus áreas de nacimiento (Keeney *et al.*, 2003; Heist, 2004; Hueter *et al.*, 2005). En

otro estudio realizado con *N. brevirostris* en Bahamas, Edren y Gruber (2005) demostraron que individuos juveniles de esta especie, al ser trasladados adrede desde sus áreas de criadero hacia otras zonas relativamente distantes (4-16km), fueron capaces de localizar su hábitat original. Con este interesante experimento, los autores mencionados comprobaron que los juveniles de *N. brevirostris* poseen habilidad de "homing" pero, como es obvio, sin implicar las condiciones de realizar migraciones y de regresar posteriormente al hábitat original para reproducirse. Por ello, el fenómeno de "natal homing" en los tiburones no ha sido completamente demostrada. En el Archipiélago Los Roques, este comportamiento animal en la especie *C. limbatus* es sugerido por: 1) la presencia y abundancia de individuos juveniles confinados en una zona específica (área de criadero), en contraste con la ausencia casi total de ejemplares adultos en el archipiélago; y 2) la desaparición de los juveniles mayores, una vez que abandonan el área de criadero, lo que a su vez sugiere que estos se incorporan en alguna ruta migratoria.

Las áreas de criadero de *C. perezii* en el Archipiélago Los Roques estarían localizadas en zonas de poca profundidad cercanas a los cayos, donde a su vez fueron registrados los niveles más elevados de abundancia relativa. No obstante, se detectó que puede haber un solapamiento entre las zonas habitadas por los juveniles y los adultos, como consecuencia de la incursión de éstos últimos en las áreas de aguas someras. Estos resultados, en cuanto a los patrones de utilización del hábitat y distribución de ésta especie, son similares a los obtenidos por Chapman *et al.* (2005) en el atolón de Glover's Reef, Belice, y por Garla *et al.* (2006a) en el Archipiélago de Fernando de Noronha y Atolón de las Rocas, Brasil. Las áreas insulares oceánicas donde se ha podido estudiar esta especie debido a su abundancia presentan un factor común, cual es la formación de importantes complejos de arrecifes coralinos que además se caracterizan por su buen estado de conservación. Los estudios mencionados también demostraron que la presencia y abundancia de esta especie se ven afectadas negativamente por las actividades antropogénicas (turismo y pesca). *C. perezii* podría ser considerada como una especie indicadora de la salud de los ecosistemas de arrecifes coralinos tropicales en el Atlántico occidental. No obstante, estudios adicionales deberán

ser realizados para evaluar la función ecológica de la especie *C. perezii* en los ecosistemas marinos tropicales.

Los estudios realizados en el Archipiélago Los Roques muestran que este complejo insular constituye un hábitat natural para varias especies de tiburones, lo que ha contribuido con el establecimiento y desarrollo de actividades pesqueras dirigidas hacia este recurso. Un hecho a considerar es la elevada proporción de juveniles capturados de *C. limbatus* y *C. perezii* como consecuencia de llevar a cabo operaciones de pesca en zonas de poca profundidad. La identificación y protección de las áreas habitadas por tiburones juveniles es una estrategia de conservación que ha recibido especial atención en años recientes, debido al beneficio que tendría para el mantenimiento y recuperación de las poblaciones naturales. Un ejemplo es el estudio de Garla *et al.* (2006b), quienes demostraron la importancia que podrían tener las áreas marinas protegidas como medida de conservación para *C. perezii* en el Archipiélago de Fernando de Noronha. Por otra parte, parece ser que en algunos casos la protección de los tiburones adultos que habitan en las zonas aledañas a las áreas de criadero podría ser más significativa que la protección de la proporción juvenil de la población (Kinney y Simpfendorfer, 2009). En cualquiera de los casos, la regulación y ordenación de la pesquería de tiburones en el Archipiélago Los Roques estaría justificada dada su condición de Parque Nacional. Las medidas de conservación que deberían ser implementadas en el área son la protección de las áreas de criadero de las especies más importantes y el establecimiento de tallas mínimas de captura con base en las tallas promedio en madurez sexual. Esta estrategia de manejo aseguraría la continuidad del proceso del reclutamiento y por ende el mantenimiento del tamaño de las poblaciones y la salud de los ecosistemas marinos. Se hace necesaria la continuidad de investigaciones en el área de estudio a fin de generar la información requerida para la evaluación de las poblaciones y para conocer la relación que tiene este grupo de peces con los ecosistemas de arrecife coralino tropicales.

#### AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la Fundación Científica Los Roques el apoyo en los muestreos y a sus miembros benefactores que contribuyeron con los traslados aéreos al archipiélago, a José Alió y a los pescadores asenta-

dos en Cayo Fernando, Archipiélago Los Roques. El presente estudio fue financiado por la Oficina Nacional de Diversidad Biológica del Ministerio del Ambiente a través de los proyectos de investigación N° 2000-279 y N° 2001-0074. Los permisos de investigación fueron otorgados por el Instituto Nacional de Parques.

#### REFERENCIAS

- Amend T (1992) *Parque Nacional Archipiélago Los Roques*. Torino. Caracas, Venezuela. 223 pp.
- Baamonde, JM (2003) Origen y formación del archipiélago. En Zamarro J (Ed.) *Guía del Parque Nacional del Archipiélago Los Roques*: 85-98. Agencia Española de Cooperación Internacional, Caracas. 271 pp.
- Bascompte J, Melian CJ, Sala E (2005) Interaction strength combinations and the overfishing of a marine food web. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 102: 5443-5447.
- Castillo-Géniz JL, Márquez-Farías JF, Cruz MCR, Cortés E, Prado AC (1998) The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: Towards a regulated fishery. *Mar. Freshw. Res.* 49: 611-620.
- Castro JI (1993) The shark nursery of Bull Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Env. Biol. Fish.* 38: 37-48.
- Castro JI (1996) The biology of the blacktip shark, *Carcharhinus limbatus*, off the southeastern United States. *Bull. Mar. Sci.* 59: 508-522.
- Chapman DD, Pikitch EK, Babcock E, Shivji MS (2005) Marine reserve design and evaluation using automated acoustic telemetry: A case-study involving coral reef-associated sharks in the Mesoamerican Caribbean. *Mar. Technol. Soc. J.* 39: 42-45.
- Compagno LJV (1984) *Sharks of the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of Shark Species Known to Date*. FAO Fisheries Synopsis 125. Vol 4. 655 pp
- Edren SMC, Gruber SH (2005) Homing ability of young lemon shark, *Negaprion brevirostris*. *Env. Biol. Fish.* 72: 267-281.
- FAO (2000) *Fisheries Management: Conservation and Management of Sharks*. Technical Guidelines for Responsible Fisheries N° 4, Suppl 1. 37 pp.
- Garla RC, Chapman DD, Shivji MS, Wetherbee BM, Amorim AF (2006a) Habitat of juvenile Caribbean reef sharks, *Carcharhinus perezii*, at two oceanic insular marine protected areas in the southwestern Atlantic Ocean: Fernando de Noronha Archipelago and Atol das Rocas, Brazil. *Fish. Res.* 81: 236-241.
- Garla RC, Chapman DD, Wetherbee BM, Shivji MS (2006b) Movement patterns of young Caribbean reef sharks, *Carcharhinus perezii*, at Fernando de Noronha Archipelago, Brazil: the potential of marine protected areas for conservation of a nursery ground. *Mar. Biol.* 149: 189-199.
- Heist EJ (2004) Genetics of sharks, skates and rays. En Carrier JC, Musick JA, Heithaus MR (Eds.) *Biology of Sharks and their Relatives*: CRC. Nueva York, EEUU. pp. 471-485.

- Hueter RE, Hueter RE (2002) Importance of prey density in relation to the movement patterns of juvenile blacktip sharks (*Carcharhinus limbatus*) within a coastal nursery area. *Mar. Freshw. Res.* 53: 543-550.
- Hueter RE (1998) Philopatry, natal homing and localized stock depletion in sharks. *Sharks News* 12: 1-2.
- Hueter RE, Heupel MR, Heist EJ, Keeney DB (2005) Evidence of philopatry in sharks and implications for the management of shark fisheries. *J. Northwest. Atl. Fish. Sci.* 35: 239-247.
- Hueter RE, Castillo-Géniz JL, Márquez-Farías JF, Tyminsky JP (2007) The use of Laguna Yalahau, Quintana Roo, Mexico as a primary nursery for the blacktip shark. *Am. Fish. Soc. Symp.* 50: 345-364.
- Keeney DB, Heupel M, Hueter RE, Heist EJ (2003) Genetic heterogeneity among blacktip shark, *Carcharhinus limbatus*, continental nurseries along the U.S. Atlantic and Gulf of Mexico. *Mar. Biol.* 153: 1039-1046.
- Kinney MJ, Simpfendorfer CA (2009) Reassessing the value of nursery areas to shark conservation and management. *Cons. Lett.* 2: 53-60.
- Kohler NE, Casey JG, Turner PA (1998) NMFS Cooperative Shark Tagging Program, 1962-93: An atlas of shark tag and recapture data. *Mar. Fish. Rev.* 60: 1-86.
- Leggett WC (1977) The ecology of fish migration. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 8: 285-308.
- Musick JA, Burgess G, Cailliet G, Camhi M, Fordham S (2000) Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). *Fisheries* 25: 9-13.
- Novoa D, Mendoza J, Marcano L, Cárdenas JJ (1998) *El Atlas Pesquero Marítimo de Venezuela*. MAC/SARPA. Caracas, Venezuela. 197 pp.
- Ramírez HN, Cervigón F (2004) *Los peces del Archipiélago Los Roques*. Agencia Española de Cooperación. Caracas, Venezuela. 200 pp.
- Tavares R (1997) *Alimentación de Carcharhinus limbatus (Valenciennes, 1839) (Pisces: Carcharhinidae) y Datos sobre la Dieta de otras Especies de Tiburones Presentes en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques*. Tesis. Universidad de Lisboa, Portugal. 51 pp.
- Tavares R (2001) *Estudio sobre Biodiversidad de Tiburones en el Parque Nacional Archipiélago de los Roques (Segunda Etapa)*. Informe Técnico N° 2001-0074. Oficina Nacional de Diversidad Biológica/MARN. Caracas, Venezuela. 76 pp.
- Tavares R (2005) Abundancia y distribución de tiburones en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques y otras islas oceánicas venezolanas, 1997-1998. *Cienc. Mar.* 31: 441-454.
- Tavares R, Provenzano FR (2000) Alimentación de los juveniles del tiburón macuira, *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes, 1839), en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques, Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 20: 59-67.
- Yokota L, Lessa RP (2006) A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. *Env. Biol. Fish.* 75: 349-360.
- Zar J (1996) *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, EEUU. 662 pp.

## ANALYSIS OF ABUNDANCE, DISTRIBUTION AND LENGTH OF SHARKS CAUGHT BY ARTISANAL FISHERY IN THE LOS ROQUES ARCHIPELAGO NATIONAL PARK, VENEZUELA

Rafael Tavares

### SUMMARY

Relative abundance, distribution and length structure of sharks were examined based on specimens caught during 2001 and 2002 by the artisanal shark fishery from Los Roques Archipelago National Park. A total of 13 species of sharks were reported during the study period, in which *Carcharhinus limbatus* (47.9%) and *C. perezi* (37.7%) were the most common frequently caught. *Ginglymostoma cirratum*, *C. falciformis* and *Negaprion brevirostris* together comprised 10.7% of the shark catch. The fishing effort was primarily concentrated during the third quarter in both years of the study period, and in the depth strata of < 10 m. General mean CPUE showed that the most abundant species were *C. limbatus* (2,76 ind 100-anz<sup>-1</sup> ± 2,43 DS) and *C. perezi*

(2,35 ind 100-anz<sup>-1</sup> ± 2,17 DS). *C. limbatus* catches were constituted by individuals measuring between 53 and 218 cm TL. However, 96.5% of those caught were juveniles captured within the central lagoon of the archipelago. The catches of *C. perezi* were represented by individuals with sizes between 67 and 270 cm TL, and the 82.6% of them were juveniles captured in shallow water zones near the islands. The present study showed that the Los Roques Archipelago is an important nursery area for the species *C. limbatus* and *C. perezi*. The protection of the nursery areas of sharks, as a conservation measure, should be promoted in the study area.

## ANÁLISE DE ABUNDÂNCIA, DISTRIBUIÇÃO E TAMANHOS DE TUBARÕES CAPTURADOS MEDIANTE PESCA ARTESANAL NO PARQUE NACIONAL ARQUIPÉLAGO LOS ROQUES, VENEZUELA

Rafael Tavares

### RESUMO

Analisou-se a abundância relativa, distribuição e estrutura de tamanhos de tubarões no Parque Nacional Arquipélago Los Roques, Venezuela. A informação foi obtida através do monitoramento da pesca artesanal local dirigida aos tubarões durante 2001-2002. Foram registradas um total de 13 espécies de tubarões, das quais *Carcharhinus limbatus* (47,9 %) e *C. perezi* (37,7 %) dominaram a composição da captura. As espécies *Ginglymostoma cirratum*, *C. falciformis* e *Negaprion brevirostris* obtiveram conjuntamente um valor de importância de 10,7%. O esforço pesqueiro se concentrou principalmente no terceiro trimestre de ambos os anos e na profundidade <10m. *C. limbatus* e *C. perezi* obtiveram uma média geral no índice

de abundância relativa (CPUE ± desv. estándar) de 2,76 ± 2,43 e 2,35 ± 2,17 ind 100-anz<sup>-1</sup>, respectivamente. Os exemplares de *C. limbatus* mediram 53-218cm LT e 96,5% resultaram ser juvenis capturados na lagoa central do arquipélago. No caso de *C. perezi*, a captura esteve conformada por indivíduos 67-270cm LT e 82,6% foram juvenis capturados em áreas pouco profundas próximas às ilhas. Este estudo mostra que o Arquipélago Los Roques funciona como área de criadouro para *C. limbatus* e *C. perezi*. A proteção das áreas de criadouro, como estratégia de conservação, contribuiria diretamente com o processo natural do recrutamento e manutenção do tamanho das populações e deve ser promovida nesse Parque Nacional.