

Abundancia y distribución de tiburones en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques y otras islas oceánicas venezolanas, 1997–1998

Abundance and distribution of sharks in Los Roques Archipelago National Park and other Venezuelan oceanic islands, 1997–1998

Rafael Tavares

¹ Centro para la Investigación de Tiburones (CIT)
Av. Don Bosco, Qta. ABC No. 10
La Florida, Caracas 1010-A. Venezuela
E-mail: cit@ecochallenge.ws

² Posgrado Ciencias Marinas
Instituto Oceanográfico de Venezuela
Universidad de Oriente
Cumaná 6101, Venezuela
E-mail: rtavares@sucre.udo.edu.ve

Recibido en mayo de 2004; aceptado en noviembre de 2004

Resumen

Se determinó la abundancia relativa y distribución de tiburones a través de la pesca comercial realizada por lanchas palangreras artesanales de media altura en los archipiélagos Los Roques, Las Aves e Isla La Blanquilla. Los datos se recolectaron entre enero de 1997 y octubre de 1998, y correspondieron a 123 días de pesca dirigidos a capturar tiburones utilizando como método de pesca el palangre de fondo. Además, se presentan los resultados de 10 días de pesca dirigidos a capturar atún e istiofóridos con palangre derivante, con la finalidad de determinar el porcentaje de importancia de la captura incidental de tiburones en estas pesquerías. Se reporta un total de 15 especies de tiburones pertenecientes a cinco familias, capturadas durante el periodo de estudio. Los resultados de la composición porcentual de la captura y los valores de la CPUE expresados en peso y número muestran que las especies más abundantes fueron *Carcharhinus perezii* y *C. falciformis* para el Archipiélago de Los Roques e Isla La Blanquilla y *C. perezii* y *Ginglymostoma cirratum* para el Archipiélago de Las Aves. En el Archipiélago Los Roques las capturas de *C. perezii* y *C. falciformis* fueron más frecuentes durante el segundo semestre del año. En relación a los resultados de la abundancia de acuerdo a la profundidad, se encontró que la CPUE expresada en peso para las especies *C. perezii* y *C. falciformis* tiene una tendencia a aumentar con la profundidad, mientras que la CPUE expresada en número tiende a disminuir con el aumento de ella. Los principales factores que podrían estar determinando la abundancia y distribución espacio-temporal de los tiburones en el área de estudio son las características propias de los ecosistemas como la profundidad y las características biológicas como el periodo de nacimiento, época de reproducción y patrones migratorios.

Palabras claves: tiburones, distribución, abundancia, pesquerías, biología, Los Roques, Venezuela.

Abstract

The relative abundance and distribution of sharks caught by the artisanal fishery was determined for the most important offshore islands of Venezuela (Los Roques, Las Aves and La Blanquilla). Data were collected from January 1997 to October 1998, corresponding to 123 fishing days targeting sharks using bottom longline. We also present the results of 10 days of fishing activities targeting tunas and marlins by the same fleet using pelagic longline, in order to determine the importance of the shark bycatch in these fisheries around the offshore islands. A total of 15 shark species representing five families were captured during the study period. The catch composition and CPUE values expressed in weight and number showed that the most abundant species were *Carcharhinus perezii* and *C. falciformis* for Los Roques Archipelago and La Blanquilla Island, while *C. perezii* and *Ginglymostoma cirratum* were more common in Las Aves Archipelago. In Los Roques Archipelago, *C. perezii* and *C. falciformis* were most common during the second half of the year; a similar trend was observed for the rest of the shark species caught by the fishery. A positive relationship was observed between CPUE and fishing depth in the case of *C. perezii* and *C. falciformis* off Los Roques Archipelago: CPUE by weight increases with depth, while CPUE by number decreases with depth. The main factors that could be determining shark abundance and their spatial-temporal distribution are the characteristics of the ecosystem, depth, and biological characteristics such as birth, mating season and migratory patterns of the species.

Key words: sharks, abundance, distribution, fisheries, biology, Los Roques, Venezuela.

Introducción

A nivel mundial, el incremento en la pesca comercial y deportiva de tiburones ha tenido un impacto negativo en varias poblaciones de estos peces, como en la especie *Galeorhinus galeus* en la costa de California (Ripley, 1946), *Carcharhinus leucas* en el Lago de Nicaragua-Río San Juan (Thorson, 1987), *Triakis semifasciata* en la costa de San Francisco, California (Smith y Abramson 1990), *Prionace glauca* en la Zona Económica Exclusiva Australiana (Stevens, 1992), *C. plumbeus* y *C. obscurus* en el Atlántico Norte occidental (Musick *et al.*, 1993), entre otros. A través de la historia se ha demostrado que la pesquería intensiva de tiburones no es sostenible en el tiempo y puede colapsar fácilmente (Castro *et al.*, 1999), salvo algunas excepciones donde se ha observado que la biomasa de algunas poblaciones correspondientes a especies altamente productivas puede mantenerse a niveles sostenibles a través del tiempo, como por ejemplo en las especies *Squalus acanthias* en Columbia Británica y *Mustelus antarcticus* en el sudeste de Australia (Walker, 1998). Debido al aumento de las capturas incidentales de tiburones en algunas pesquerías dirigidas a los atunes, varias organizaciones como la Comisión Inter-Americana del Atún Tropical (CIAT), Comisión Internacional para la Conservación de los Atunes del Atlántico (CICAA), y el *International Council for the Exploration of the Sea* (ICES), entre otras, han iniciado esfuerzos dirigidos a la conservación de tiburones a través de la coordinación internacional y ejecución de programas de investigación y monitoreo (FAO, 1999). La pesquería de tiburones requiere especial atención ya que algunas características biológicas de este grupo, como una baja tasa reproductiva, crecimiento lento y madurez sexual tardía hacen que estas especies sean muy susceptibles a la sobrepesca (Holden, 1977; Castro *et al.*, 1999). Considerando estos factores, las capturas de un determinado stock pueden sobrepasar fácilmente el límite del máximo rendimiento sostenible.

En Venezuela la pesca de tiburones se realiza principalmente por medio de embarcaciones palangreras, y en el caso de las artesanales, éstas pueden alternar los métodos de captura y especies-objetivo según la temporada y área de pesca. Según Novoa *et al.* (1998) y Novoa (2000), 86% de la captura de tiburones proviene de la pesca artesanal y el resto de la pesca palangrera industrial. Estos autores señalan que los tiburones demersales comúnmente capturados en la pesca artesanal son el cazón playón (*Rhizoprionodon porosus*), cazón amarillo (*Carcharhinus acronotus*) y macuira (*C. limbatus*). Arocha y Marcano (2001) y Arocha *et al.* (2002) refieren que existe poca información sobre las pesquerías dirigidas a capturar tiburones por embarcaciones palangreras y reportan que en la flota de palangre venezolana dirigida a túnidos y pez espada se capturan 21 especies de tiburones, entre las que el tiburón azul (*P. glauca*) y la macuira (*C. limbatus*) comprenden 54.3% de las capturas. Según las estadísticas venezolanas (Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura), los desembarques de tiburones para la región nororiental del país durante el periodo 1992–1997 oscilaron entre 6,003,663 y 7,467,552 kg y durante 1998–2000 oscilaron entre 3,342,895 y 3,727,690 kg.

Introduction

The increase in commercial and sport fishing of sharks has had a negative impact on several species world-wide. Such is the case for *Galeorhinus galeus* on the coast of California (Ripley, 1946), *Carcharhinus leucas* in Lake Nicaragua/San Juan River (Thorson, 1987), *Triakis semifasciata* on the coast of San Francisco, California (Smith and Abramson, 1990), *Prionace glauca* in Australia's Exclusive Economic Zone (Stevens, 1992), *C. plumbeus* and *C. obscurus* in the north-eastern Atlantic (Musick *et al.*, 1993), among others. History has shown that the majority of intensive shark fisheries are unsustainable and tend to collapse easily (Castro *et al.*, 1999). Nevertheless, there are exceptions and the biomass of certain populations corresponding to the most productive shark species tends to stay at sustainable levels throughout time; for example, *Squalus acanthias* in British Columbia and *Mustelus antarcticus* in southeast Australia (Walker, 1998). As a result of the increase in the incidental catch of sharks in some tuna-target fisheries, several organizations including the Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC), International Commission for the Conservation of the Atlantic Tuna (ICCAT) and the International Council for the Exploration of the Sea (ICES), among others, have initiated efforts directed towards shark conservation by coordinating and executing research and monitoring programs (FAO, 1999). Shark fisheries require special attention because of the particular biological characteristics of these fish (low reproductive rate, slow growth and late sexual maturity) that make them susceptible to overexploitation (Holden, 1977; Castro *et al.*, 1999). Considering these factors, the catch of a specific stock can easily surpass the limit of maximum sustainable yield.

In Venezuela, commercial shark fisheries use longline vessels, and in the case of artisanal fisheries, the methods and target species change depending on the season and geographic area. According to Novoa *et al.* (1998) and Novoa (2000), 86% of the shark catch is a product of the artisanal fishery, while the rest is caught by the industrial longline fleet. These authors indicated that sharks such as Caribbean sharpnose (*Rhizoprionodon porosus*), blacknose (*Carcharhinus acronotus*) and blacktip (*C. limbatus*) are commonly captured in artisanal fisheries. Arocha and Marcano (2001) and Arocha *et al.* (2002) mentioned that little information is available for the Venezuelan longline shark fisheries, but that the bycatch of sharks by the Venezuelan fleet targeting swordfish and tuna includes 21 species of sharks, blue shark (*Prionace glauca*) and blacktip (*C. limbatus*) comprising 54.3% of the catch composition. According to data provided by the Venezuelan National Fishery Institute (INAPESCA), shark catch for the periods 1992–1997 and 1998–2000 ranged from 6,003,663 to 7,467,552 kg and from 3,342,895 to 3,727,690 kg, respectively.

Los Roques Archipelago National Park shelters a large marine biodiversity and is consequently very popular with anglers. Archeological excavations made in different keys,

El Parque Nacional Archipiélago de Los Roques alberga una gran biodiversidad marina, por lo que resulta un lugar codiciado por los pescadores para llevar a cabo actividades de pesca. Trabajos arqueológicos realizados en Dos Mosquises y otros cayos demostraron que la explotación de los recursos marinos en el archipiélago se remonta a la época precolombina y que los peces, incluyendo los tiburones, constituyeron un recurso importante aprovechado por los indios caribes (grupo valenzoide) asentados en el área (Antczak, 1991). En la actualidad la pesca comercial de tiburones en el Archipiélago de Los Roques se realiza de manera artesanal y usando como método de pesca el palangre de fondo (Tavares, 2001a); sin embargo, el archipiélago se encuentra bajo un régimen de administración especial debido a su carácter de parque nacional, y las actividades económicas como la pesca se encuentran reguladas. Algunas de las normas existentes son: el uso exclusivo de métodos de pesca artesanales; limitación en el número de permisos de pesca otorgados a los pescadores residentes; protección de especies como la langosta espinosa *Panulirus argus* y el botuto *Strombus gigas* a través de la veda total o parcial; y zonificación del área de acuerdo al uso y aprovechamiento, entre otras (Amend, 1992).

En los últimos años se ha notado un aumento en las actividades de pesca dirigidas a los tiburones en el Archipiélago de Los Roques y otras islas oceánicas venezolanas como el Archipiélago de Las Aves e Isla La Blanquilla, probablemente relacionado con los problemas socio-económicos (devaluación de la moneda y deterioro del poder adquisitivo de los estratos sociales más bajos) que ha atravesado el país y los altos precios que han alcanzado las aletas de tiburón en el mercado. Este factor, sin duda, estimula la pesca de estas especies. Novoa *et al.* (1998) señalan que la tendencia de la pesca artesanal en Venezuela es hacia el estancamiento debido a los bajos ingresos, escasa productividad y por una baja o nula participación de los pescadores en las actividades sociales, culturales o políticas. Debido a la escasez de información de las pesquerías dirigidas a capturar tiburones en Venezuela, se hace necesaria la implementación de programas de monitoreo para la recolección de datos que ayuden a diseñar planes de manejo y ordenamiento en la pesquería de estas especies. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la abundancia relativa y distribución de las especies de tiburones en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques, Archipiélago de Las Aves e Isla La Blanquilla, a través del monitoreo de la pesca comercial realizado por observadores en lanchas palangreras artesanales de media altura que pescan en las plataformas insulares venezolanas.

Materiales y métodos

El área de estudio correspondió al siguiente grupo de islas venezolanas: Archipiélago de Los Roques (11°44'–12°06' N, 66°36'–66°57' W), Archipiélago de Las Aves (11°57'–12°04' N, 67°37'–67°41' W), e Isla La Blanquilla (11°55'–11°48' N, 64°33'–64°39' W) (fig. 1). Del grupo de islas oceánicas

such as Dos Mosquises, demonstrated that the exploitation of marine resources dates from pre-Columbian times and that several fish species, including sharks, were an important resource of the Caribbean tribes (Valenzoide group) settled in the area (Antczak, 1991). Commercial shark fishing in Los Roques Archipelago is currently conducted in an artisanal manner, using bottom longline (Tavares, 2001a), because of the regulations imposed as a result of its National Park status. The regulations include: sole use of artisanal fishing methods, limitations in number of permits to local fishermen, species protection (such as in the case of the spiny lobster, *Panulirus argus*, and the queen conch, *Strombus gigas*) and zoning (Amend, 1992).

In recent years, different socio-economic factors together with the raise in the price of shark fins have led to increased shark fishing in several of the Venezuelan oceanic islands, including Los Roques Archipelago, Las Aves Archipelago and La Blanquilla Island. Novoa *et al.* (1998) pointed out that because of low incomes and the lack of social programs to integrate fishermen and the environment, artisanal fisheries have remained stagnant. Information on fisheries targeting sharks in Venezuelan waters is scarce or nonexistent, making it necessary to implement monitoring programs aimed at collecting data to aid in the design of management plans for the fishing of different shark species. The objective of this study was to determine the relative abundance and distribution of shark species in Los Roques Archipelago National Park, Las Aves Archipelago and La Blanquilla Island by having trained observers monitor commercial landings from artisanal longline vessels.

Materials and methods

The study area comprises the following group of oceanic Venezuelan islands (fig. 1): Los Roques Archipelago (11°44'–12°06' N, 66°36'–66°57' W), Las Aves Archipelago (11°57'–12°04' N, 67°37'–67°41' W), and La Blanquilla (11°55'–11°48' N, 64°33'–64°39' W). Of the group of islands classified by Cervigón (1992), Los Roques and Las Aves share similar characteristics and can therefore be treated as part of the same ecosystem. These archipelagos are influenced by warm oceanic waters (25–29°C) with little variability throughout the year. In contrast, water temperature at La Blanquilla is influenced by coastal upwelling that typically occurs along the northeastern coast of Venezuela, making the water slightly cooler and less transparent than that of the other oceanic islands (Cervigón, 1992).

Information on shark fishing was collected from three artisanal longline vessels (12–14 m long) from Margarita Island, conducting independent fishery activities throughout the study area. A description of the Venezuelan artisanal fleets and fishing gear can be found in Novoa *et al.* (1998). This survey was conducted from January 1997 to October 1998 and comprised 123 fishing days using bottom longline. Of the total of days, 95 corresponded to Los Roques Archipelago, 17 to Las

venezolanas clasificadas por Cervigón (1992), los archipiélagos de Los Roques y de Las Aves comparten un conjunto de caracteres comunes que permite en muchos aspectos tratarlas como integrantes de un mismo ecosistema. Estos archipiélagos se encuentran influenciados por aguas oceánicas cálidas con temperaturas (25–29°C) que varían poco a lo largo del año. Mientras tanto la Isla La Blanquilla, a pesar de encontrarse bajo la influencia de aguas oceánicas, es afectada por fenómenos de surgencia costera propios de la región nororiental de Venezuela; en consecuencia, sus aguas carecen de la transparencia típica de las islas propiamente oceánicas y la temperatura del agua es ligeramente más baja que en las islas anteriores (Cervigón, 1992).

La información sobre la pesca de tiburones fue recolectada a bordo de tres lanchas palangreras (12–14 m de eslora) procedentes de la Isla Margarita que realizaron sus operaciones de pesca de una manera independiente en el área insular venezolana. La descripción y modo de operar de este tipo de embarcaciones ha sido reseñada por Novoa *et al.* (1998). El período de estudio comprendió de enero de 1997 a octubre de 1998, y en él se registraron un total de 123 días de pesca dirigida a capturar tiburones y usando como método de pesca el palangre de fondo. De este total, 95 días correspondieron al Archipiélago de Los Roques, 17 al Archipiélago de Las Aves y 11 a la Isla La Blanquilla. La profundidad de los lances en la pesca con palangre de fondo osciló entre 20 y 394 m. Estas actividades se realizan alrededor de las plataformas insulares y cerca de la costa o cayos. Adicionalmente se presentan los resultados de 10 días de pesca dirigida a capturar atún y pez aguja con palangre derivante en mar abierto hacia el límite sur del Archipiélago de Los Roques, con la finalidad de determinar el porcentaje de importancia de la captura incidental de tiburones. Los lances de pesca se presentan en la figura 1.

Los palangres de fondo empleados en las embarcaciones están contruidos de cordel de poliéster alquitranado (tipo japonés) y el número de anzuelos (tipo J; #1–3) osciló entre 100 y 245. Una característica de los palangres tiburonereros es la utilización de una porción de alambre de acero inoxidable colocada entre el reinal y el anzuelo, con la finalidad de evitar el rompimiento del mismo y el consecuente escape del animal. La pesca con este método fue siempre de noche, siendo el lance al atardecer y el levado a primeras horas de la mañana del día siguiente. El tiempo de permanencia del palangre en el agua fue de 12–15 hr. La carnada usualmente utilizada comprendió pargos (Lutjanidae), corocoros (Haemulidae), loros (Scaridae) y morenas (Muraenidae). El palangre derivante es utilizado en la captura de especies pelágicas (atunes, dorados y peces de pico), sin embargo la pesca incidental de tiburones puede representar porcentajes significativos de estas capturas. Estos artes de pesca están contruidos de nylon monofilamento de poliamida y el número de anzuelos (tipo J-atunero; #3–4) utilizados fue alrededor de 500. Al contrario del palangre de fondo, la pesca con este método se llevó a cabo durante el día, siendo los lances al amanecer y el levado después de un periodo de 6 a 8 h. La carnada utilizada en las operaciones fue sardina (*Sardinella aurita*) viva.

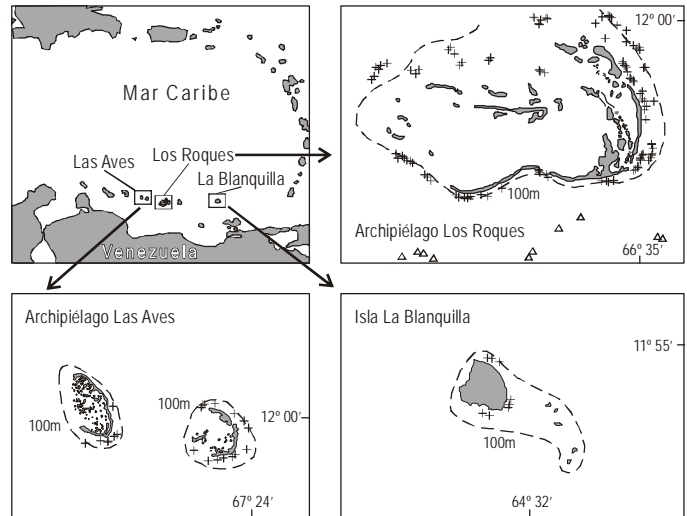


Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio mostrando los puntos de pesca de tiburones con palangre de fondo (+) y palangre derivante (Δ).

Figure 1. Location of the study area showing the positions where sharks were caught by bottom longline (+) and pelagic longline (Δ).

Aves Archipelago and 11 to La Blanquilla. Fishing depth ranged from 20 to 394 m. The fishing activities were carried out around the insular shelves and close to the coast and keys. Additionally, the results of 10 days of fishing targeting tunas and marlins using pelagic longlines were included to determine the importance of the shark bycatch. The positions of the longline sets are shown in figure 1.

The bottom longlines deployed by the vessels are made with polyester rope and the number of hooks (J type; #1–3) varies between 100 and 245. A special characteristic of the shark longline is the use of a section of stainless steel leader between the branchline and hook, to avoid breakage and escape of the animals. Fishing was always done at night, the gear being set at dusk and retrieved before sunrise. Fishing time is from 12 to 15 h with this gear. Snappers (Lutjanidae), grunts (Haemulidae), parrots (Scaridae) and moreys (Muraenidae) are used as bait. The pelagic longline is used to catch pelagic species (tunas, dolphinfish and marlins), and shark bycatch can make up a significant percentage of this total catch. This gear is made of a nylon polyamide monofilament and has about 500 hooks (J-tuna type; #3–4). Fishing was conducted during the day, the gear being set at sunrise and retrieved after 6–8 h. Live sardine (*Sardinella aurita*) is used as bait.

The information analyzed was grouped by fishing sets: date, number of hooks, fishing time, depth, location, bait type and catch. Data available included number of sharks, size ranges in centimeters total length and total weight per species. Catch composition was expressed in percentage of weight (%P) and number (%N). The index of relative abundance used was catch per unit effort (CPUE), expressed in weight (kg/100 hooks) and number (fish/100 hooks). Since the bottom longline fishing activities target sharks, the negative sets were

La información analizada en este estudio correspondió a datos agrupados por lances: fecha, número de anzuelos, tiempo de pesca, profundidad, posición geográfica, tipo de carnada empleada y captura, donde se disponía únicamente del número de individuos, intervalos de talla (cm LT) y peso (kg) por especies. Los resultados relacionados con la composición de la captura fueron expresados en porcentaje de peso (%P) y de número (%N). El índice de abundancia relativa utilizado fue la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), expresada en peso (kg/100 anzuelos) y número (individuos/100 anzuelos). Tomando en consideración que esta pesquería es dirigida al recurso tiburón se hicieron los cálculos de la CPUE incorporando los lances negativos. Debido a que no hay información disponible con respecto a las tallas individuales del total de ejemplares capturados, en este estudio se utilizó la CPUE expresada en peso con la finalidad de determinar posibles diferencias entre la densidad de tiburones y su aporte en biomasa. De este modo es posible detectar áreas habitadas por individuos juveniles y que no contribuirían significativamente en peso. El tamaño de la muestra obtenida para el Archipiélago de Los Roques permitió realizar un análisis en la abundancia (composición de la captura y CPUE) entre las principales especies, tiempo y profundidad de captura (estratos: 20–49, 50–99, 100–149, 150–199 y >200 m). Con la finalidad de determinar posibles diferencias en la abundancia se normalizaron los valores de la CPUE mediante la siguiente fórmula:

$$CPUE_n = LN(CPUE + 1)$$

Posteriormente, después de realizar una prueba de homogeneidad de varianzas se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía para detectar diferencias entre los valores medios de CPUE (expresados en peso y número, para los tiburones y las dos especies más frecuentes), estableciendo como factor los semestres del año. Del mismo modo se compararon los valores medios de la CPUE (expresados en peso y número) correspondientes a las dos especies más frecuentes, estableciendo como factor los estratos de profundidad (Zar, 1996). En la aplicación de ambas pruebas los años (1997–1998) fueron combinados con la finalidad de aumentar el tamaño de la muestra.

Resultados

La captura de tiburones para las tres plataformas insulares muestreadas (incluyendo los palangres de fondo y derivante) comprendió un total de 15 especies pertenecientes a cinco familias entre las que los Carcharhinidae fueron los más representativos para las tres áreas de estudio (tabla 1). También se presentan los nombres comunes utilizados por los pescadores y los intervalos de talla (LT cm) para cada especie. El desembarque de la captura correspondiente a las tres lanchas se realizó en la Isla Margarita.

included in the CPUE estimates. Due to the lack of information on individual sizes, CPUE was expressed in weight to determine the possible differences between shark density and biomass contribution, in order to detect areas inhabited by juveniles that would not contribute significantly to the total weight. The sample size obtained for Los Roques Archipelago allowed an abundance analysis (catch composition and CPUE) between the main species, time and depth of catch (strata: 20–49, 50–99, 100–149, 150–199 and >200 m). To determine the possible differences in abundance, the CPUE values were normalized according to the following equation:

$$CPUE_n = LN(CPUE + 1)$$

After a test for homogeneity of variances, a one-way analysis of variance (ANOVA) was used to detect differences between the mean CPUE values (expressed in weight and number, for sharks and the two most common species), using six-month periods (semesters) as a factor. In another test, mean CPUE values (expressed in weight and number) were compared between the two most common species, establishing the catch depth strata as a factor (Zar, 1996). In both cases, the data of both years (1997–1998) were combined.

Results

A total of 15 shark species represented by five families were recorded in this study (using both bottom and pelagic longlines) for the three geographic areas sampled. The most common family was Carcharhinidae. Common names (used by fishermen), scientific names and size ranges per species are shown in table 1. The landings from the three vessels occurred on Margarita Island.

Los Roques Archipelago

Between January 1997 and October 1998, the bottom longline catch consisted of 556 sharks (17,259 kg), grouped into 5 families and 14 species. The fishing depth ranged from 20 to 394 m. The species with the highest values in weight and number were *Carcharhinus perezi* (42.38%P, 46.68%N), *C. falciformis* (26.18%P, 30.15%N) and *Ginglymostoma cirratum* (16.13%P, 11.41%N). The rest of the species showed low variable percentages for both weight and number (table 2). The incidental catch included the stingray *Dasyatis americana* and teleosts such as *Lutjanus analis*, *Caranx latus* and *Sphyræna barracuda*, contributing 2.99%P and 6.87%N of the total catch (17,791 kg). Even though the bycatch percentages were not considerable, the catch was landed for sale. Fishing activities targeting tunas and marlins using pelagic longline occurred between February 1997 and November 1998. The shark bycatch was not significant. Only two species were captured: *P. glauca* (1.82%P, 0.80%N, 72 kg, two individuals) and *C. falciformis* (1.70%P, 3.20%N, 66 kg, eight individuals).

Tabla 1. Especies de tiburones capturadas (palangre de fondo y derivante) en las tres áreas de estudio. Se muestran las familias, nombres comunes e intervalos de talla en cm LT. Período de pesca: enero 1997-octubre 1998.

Table 1. Shark species caught (bottom and pelagic longlines) in the three study areas. The families, common names and size ranges (total length, in centimeters) are presented. Fishing period: January 1997 to October 1998.

Especie	Nombre común	Intervalo de tallas (cm LT)		
		Archipiélago Los Roques	Archipiélago Las Aves	Isla La Blanquilla
Alopiidae				
<i>Alopias superciliosus</i>	Tiburón zorro	130–135	---	---
Carcharhinidae				
<i>Carcharhinus altimus</i>	Tiburón manto negro	116–289	117	290
<i>Carcharhinus falciformis</i>	Tiburón bobo	97–268	88–225	130–250
<i>Carcharhinus limbatus</i>	Tiburón macuira	145–194	211	188–192
<i>Carcharhinus perezii</i>	Tiburón piedrero	94–305	90–192	90–280
<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Tiburón trozo	194–196	---	---
<i>Carcharhinus signatus</i>	Tiburón trompa larga	98–155	86–146	---
<i>Galeocerdo cuvier</i>	Tiburón tigre	145	170	---
<i>Negaprion brevirostris</i>	Tiburón cuchivano	194–252	255–265	---
<i>Prionace glauca</i>	Tiburón azul	140–145	---	---
Ginglymostomatidae				
<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Tiburón gata	145–250	78–189	---
Sphyrnidae				
<i>Sphyrna lewini</i>	Cornúa	203	---	---
<i>Sphyrna mokarran</i>	Cornúa aletona	136–300	---	---
Triakidae				
<i>Mustelus canis</i>	Viuda virma	93–95	129	---
<i>Mustelus norrisi</i>	Viudad virma blanca	96–98	---	---

Archipiélago de Los Roques

Entre enero de 1997 y octubre de 1998 la captura con palangre de fondo estuvo conformada por 556 tiburones (17,259 kg) pertenecientes a 14 especies y cinco familias. La profundidad de los lances fue entre 20 y 394 m. Las especies que obtuvieron los máximos valores porcentuales en la composición de la pesca fueron *C. perezii* (42.38%P y 46.68%N) y *C. falciformis* (26.18%P y 30.15%N), seguidas de la especie *G. cirratum* (16.13%P y 11.41%N). El resto de las especies obtuvieron valores porcentuales variables, pero bajos en comparación con la importancia de las especies anteriores (tabla 2). Los peces que podrían ser considerados como capturas incidentales en este tipo de actividades fueron la raya americana *Dasyatis americana* y el grupo de los teleósteos (*Lutjanus analis*, *Caranx latus* y *Sphyrna barracuda*), que comprendieron en su conjunto el 2.99%P y 6.87%N en la captura total (17,791 kg). Si bien el porcentaje de importancia de las capturas incidentales no es significativo, estas son igualmente aprovechadas y desembarcadas en puerto. Las actividades de pesca dirigidas a capturar atún y pez aguja mediante el uso de

The total effort registered in the bottom longline activities for 1997 and 1998 was 6607 and 6508 hooks, respectively. The highest effort was during the second semester of each year (fig. 2). An equation describing the relation between effort and depth was adjusted to fit an inverse exponential model (fig. 3) with a rate in the decrease of effort of 1.54 hooks m⁻¹:

$$y = 1 \times 10^6 \times (x^{-1.54}) \quad (r^2 = 0.80)$$

The mean CPUE values obtained for the bottom longline fisheries were 105.00 kg/100 hooks and 3.27 ind/100 hooks. The variations through time of CPUE expressed in weight and number followed a similar pattern (fig. 4a, b). In both years, there is a period of abundance corresponding to the second semester starting in June. This seasonal abundance was observed for *C. perezii* and *C. falciformis* (fig. 5a, b). In both cases, there were significant differences between semesters ($p < 0.05$) for the mean CPUE values expressed in weight and number. Regarding the results obtained for abundance according to depth for *C. perezii* and *C. falciformis*, the CPUE values

Tabla 2. Composición de captura en peso (%P) y número (%N) correspondiente a la pesca de tiburones con palangre de fondo para las tres áreas de estudio.
Table 2. Catch composition in weight (%P) and number (%N) corresponding to shark fishing by bottom longline for the three study areas.

Especie	Archipiélago de Los Roques				Archipiélago de Las Aves				Isla La Blanquilla			
	Peso (kg)	%P	Número	%N	Peso (kg)	%P	Número	%N	Peso (kg)	%P	Número	%N
<i>Carcharhinus perezii</i>	7539	42.38	274	46.68	122	10.12	8	10.13	1770	60.33	29	65.91
<i>Carcharhinus falciformis</i>	4657	26.18	177	30.15	387	32.12	21	26.58	842	28.70	11	25.00
<i>Ginglymostoma cirratum</i>	2870	16.13	67	11.41	203	16.85	23	29.11	0	0	0	0
<i>Sphyrna mokarran</i>	963	5.41	10	1.70	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carcharhinus altimus</i>	390	2.19	6	1.02	9	0.75	1	1.27	105	3.58	1	2.27
<i>Negaprion brevirostris</i>	368	2.07	4	0.68	234	19.42	2	2.53	0	0	0	0
<i>Carcharhinus limbatus</i>	211	1.19	5	0.85	43	3.57	1	1.27	217	7.40	3	6.82
<i>Carcharhinus plumbeus</i>	113	0.64	2	0.34	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alopias superciliosus</i>	54	0.30	2	0.34	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphyrna lewini</i>	41	0.23	1	0.17	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galeocerdo cuvier</i>	25	0.14	3	0.51	18	1.49	1	1.27	0	0	0	0
<i>Carcharhinus signatus</i>	18	0.10	2	0.34	75	6.22	8	10.13	0	0	0	0
<i>Mustelus norrisi</i>	7	0.04	2	0.34	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0
<i>Mustelus canis</i>	3	0.02	1	0.17	8	0.66	1	1.27	0	0	0	0
<i>Dasyatis americana</i>	400	2.25	5	0.85	70	5.81	10	12.66	0	0	0	0
Teleosteos	132	0.74	36	6.13	36	2.99	3	3.80	0	0	0	0
Totales	17791	100.00	597	100.00	1205	100.00	79	100.00	2934	100.00	44	100.00

palangre derivante fueron registradas entre febrero de 1997 y noviembre de 1998. La captura incidental de tiburones no fue significativamente importante: se capturaron dos especies que obtuvieron valores porcentuales bajos en la composición de la pesca, *P. glauca* (1.82%P y 0.80%N, 72 kg, dos individuos) y *C. falciformis* (1.70%P y 3.20%N, 66 kg, ocho individuos).

El esfuerzo total registrado en la pesca con palangre de fondo para los años 1997 y 1998 fue de 6607 y 6508 anzuelos, respectivamente. Para ambos períodos de muestreo la mayor intensidad en el esfuerzo se observó durante el segundo semestre de cada año (fig. 2). La relación entre esfuerzo y profundidad se ajustó a un modelo de regresión potencial negativo (fig. 3), en el que se obtuvo una tasa de disminución en el esfuerzo de 1.54 anzuelos m⁻¹, la ecuación es la siguiente:

$$y = 1 \times 10^6 \times (x^{-1.54}) \quad (r^2 = 0.80)$$

Los valores medios de CPUE obtenidos para la pesca de tiburones con palangre de fondo fueron 105.00 kg/100 anz y 3.27 ind/100 anz. La variación con respecto al tiempo entre los valores obtenidos de la CPUE expresada en peso y número presentan una tendencia similar (fig. 4a, b). A pesar de la escasez de datos durante el primer semestre de cada año, se observa en ambos casos un período de abundancia de tiburones correspondiente al segundo semestre de cada año a partir del mes de junio. El mismo patrón de abundancia estacional se observa para las especies *C. perezi* y *C. falciformis* (fig. 5a, b). En ambos casos se encontraron diferencias significativas entre semestres ($p < 0.05$) para los promedios de CPUE expresada en peso y número. En relación a los resultados obtenidos en la abundancia de acuerdo a la profundidad para las especies *C. perezi* y *C. falciformis*, se observó que los valores de la CPUE expresada en peso tienen una tendencia a aumentar con la profundidad y, contrariamente, los valores de la CPUE expresada en número presentan una tendencia a la disminución con la profundidad (fig. 6a, b). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en los promedios de la CPUE expresadas en peso y número para las dos especies.

Archipiélago de Las Aves

Entre agosto de 1997 y octubre de 1998 la captura con palangre de fondo correspondió a 66 tiburones (1099 kg) pertenecientes a nueve especies y tres familias. La profundidad de los lances osciló entre 20 y 116 m. La especie *C. falciformis* se mostró como la más importante en la composición de captura y comprendió el 32.12%P y 26.58%N (tabla 2). Para esta zona se encontró más variabilidad entre los valores porcentuales expresados en peso y número, debido a la contribución en peso de las capturas que aportan los individuos de tallas mayores. Por ejemplo, la especie *N. brevirostris* obtuvo el segundo lugar de importancia en peso (19.42%P), sin embargo apenas contribuyó con 2.53%N. Esto fue resultado de la captura de dos individuos (255–265 cm LT) que pesaron en su conjunto 234 kg. A su vez *G. cirratum* obtuvo 16.85%P y 29.11%N y *C.*

expressed in weight tend to increase with depth, while those expressed in number tend to decrease with depth for both species (fig. 6a, b). Nevertheless, there were no significant statistical differences ($P < 0.05$) between depth for mean CPUE values expressed in weight and number for either *C. perezi* or *C. falciformis*.

Las Aves Archipelago

The total bottom longline catch recorded between August 1997 and October 1998 included 66 sharks (1099 kg) belonging to three families and nine species. The fishing depth ranged from 20 to 116 m. The most important species in the catch composition was *C. falciformis*, with 32.12%P and 26.58%N (table 2). Greater variability within %P and %N was observed due to the larger individuals captured in this area. *Negaprion brevirostris* ranked second in weight (19.42%P), yet it only contributed 2.53%N of the total shark catch; this was the result of the catch of two large individuals (255 and 265 cm TL) that together weighed 234 kg. Other shark species like *G. cirratum* (16.85%P, 29.11%N) and *C. perezi* (10.12%P, 10.13%N) were also captured. The species *D. americana* and the teleosts *L. analis* and *L. cyanopterus* represented 8.80%P and 16.46%N of the total catch (1205 kg). The effort registered in this area was 958 and 2100 hooks for 1997 and 1998, respectively. The mean CPUE values were 37.85 kg/100 hooks and 2.56 ind/100 hooks. There were insufficient data from this area to offer a more detailed species distribution analysis.

La Blanquilla

The total catch between April 1998 and August 1998 included 44 sharks (2934 kg) comprising four species from the Carcharhinidae family. The fishing depth ranged from 40 to 220 m. The two major species caught were *C. perezi* (60.33%P, 65.91%N) and *C. falciformis* (28.70%P, 25.00%N) (table 2). For this area, the effort corresponded to 1190 hooks. The mean CPUE values obtained were 207.83 kg/100 hooks and 3.29 ind/100 hooks. Most individuals captured in this area were large adults, especially *C. falciformis* and *C. perezi*, which might have influenced the distribution values of %P.

Discussion

Shark fishing around the Venezuelan oceanic islands is mainly carried out by artisanal longline vessels. The fishing methods vary depending on the season and geographic area (i.e., pelagic and bottom longlines, snapper-grouper longlines, and traps). It is very difficult to exactly quantify the number of artisanal longline vessels that operate in Venezuelan waters, primarily because of the lack of formal organization among these small and isolated groups of fishermen, which usually work based on social and age ranks that assign both responsibility and profit. Nevertheless, the artisanal fishery activities contribute significantly to the total catches in Venezuela.

perezi 10.12%P y 10.13%N. La especie *D. americana* y los teleósteos (*L. analis* y *L. cyanopterus*) comprendieron en su conjunto, 8.80%P y 16.46%N en la captura total (1205 kg). El esfuerzo registrado durante el periodo de monitoreo en esta área insular fue de 958 y 2100 anzuelos en 1997 y 1998, respectivamente. Los valores medios de la CPUE fueron 37.85 kg/100 anz y 2.56 ind/100 anz. Para esta área de pesca los datos no son suficientes para realizar un análisis más detallado sobre la distribución de las especies.

Isla La Blanquilla

Entre abril y agosto de 1998 la captura con palangre de fondo correspondió a 44 tiburones (2934 kg) pertenecientes a cuatro especies de la familia Carcharhinidae. La profundidad de los lances fue entre 40 y 220 m. Las especies más importantes en la captura fueron *C. perezi* que obtuvo 60.33%P y 65.91%N y *C. falciformis* 28.70%P y 25.00%N (tabla 2). Para la Isla La Blanquilla el esfuerzo total registrado por los observadores correspondió a 1190 anzuelos durante el periodo de estudio. Con relación a la CPUE, los valores medios obtenidos fueron 207.83 kg/100 anz y 3.29 ind/100 anz. También la mayoría de los individuos correspondieron a ejemplares adultos y de pesos considerables, sobretodo de las especies *C. falciformis*, y *C. perezi*, lo que pudo influir en los altos valores registrados en el %P.

Discusión

La pesca de tiburones en las plataformas insulares venezolanas se realiza principalmente de manera artesanal por medio de lanchas palangreras de media altura. Estas pueden alternar la utilización de varios métodos de pesca, dependiendo de la temporada y las zonas de pesca (i.e., el palangre de fondo y derivante, palangre pargo-mero y nasas), de modo que aprovechan al máximo las campañas de pesca. Existe una gran dificultad de conocer con exactitud el número total de lanchas palangreras que operan en Venezuela, lo que se debe principalmente al modo de operar y trabajar de estos pescadores que son grupos pequeños y aislados, sin ningún tipo de organización formal, estando unidos por estructuras sociales y relaciones ancestrales de trabajo y distribución de beneficios. Sin embargo las flotas artesanales venezolanas contribuyen con un porcentaje significativo de las capturas totales del país (Novoa *et al.*, 1998). A nivel nacional, tampoco se conoce de manera exacta el número total de lanchas palangreras venezolanas que pescan tiburón en la costa continental y áreas insulares, sin embargo Novoa *et al.* (1998) reportan una flota de 10 embarcaciones tiburonerías industriales que pescan con palangre de fondo y media agua, capturando principalmente tiburones y peces de pico. Estos autores también señalan que el tamaño de la flota palangrera artesanal e industrial venezolana que pesca atún y aguja osciló alrededor de 65 unidades entre 1991 y 1995. Aunque el atún constituye la especie objetivo de la pesquería para una parte de esta flota, para la otra parte ésta es

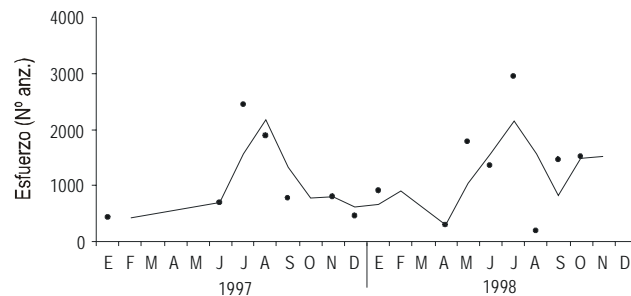


Figura 2. Variación en el esfuerzo (número de anzuelos) mensual para el Archipiélago de Los Roques (línea continua: media móvil). Palangre de fondo.

Figure 2. Variation in monthly effort (number of hooks) for Los Roques Archipelago (continuous line: mobile mean). Bottom longline.

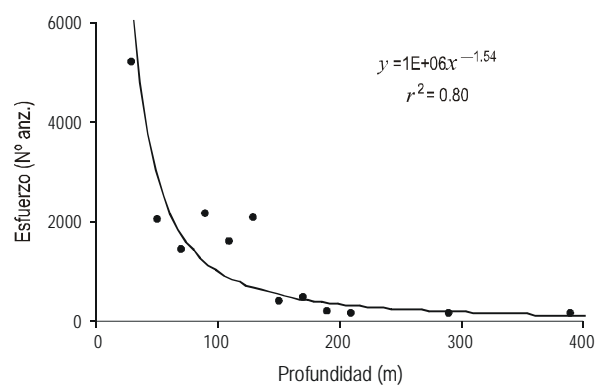


Figure 3. Regresión entre la profundidad y el esfuerzo (número de anzuelos) para el Archipiélago de Los Roques. Palangre de fondo. Los puntos en el gráfico corresponden al esfuerzo agrupado en intervalos de 20 m de profundidad.

Figure 3. Regression of depth and effort (number of hooks) for Los Roques Archipelago. Bottom longline. Points on the graph represent effort grouped in 20-m depth intervals.

Novoa *et al.* (1998) mentioned the lack of information on the number of artisanal vessels dedicated to shark fisheries, but indicated the existence of a fleet of 10 industrial commercial vessels dedicated to shark fishing in the continental and insular shelves using both bottom and pelagic longlines, specifically targeting sharks and marlins. The authors also reported that the artisanal and industrial fleet consisted of around 65 vessels from 1991 to 1995, part of it dedicated to tuna fishing, while another group specialized in shark fishing.

The number of shark species identified to date for Los Roques Archipelago is 21 (Tavares, 1997, 2001b; Cervigón and Alcalá, 1999), representing 50% of the species reported for Venezuela. Only 15 species were captured during this study. A low diversity was also observed for Las Aves Archipelago and La Blanquilla, where nine and four species were captured, respectively. The small sample size collected at these latter two locations is an indication of an artificially reduced population caused by decades of overexploitation due to the lack of management and regulations. Another factor

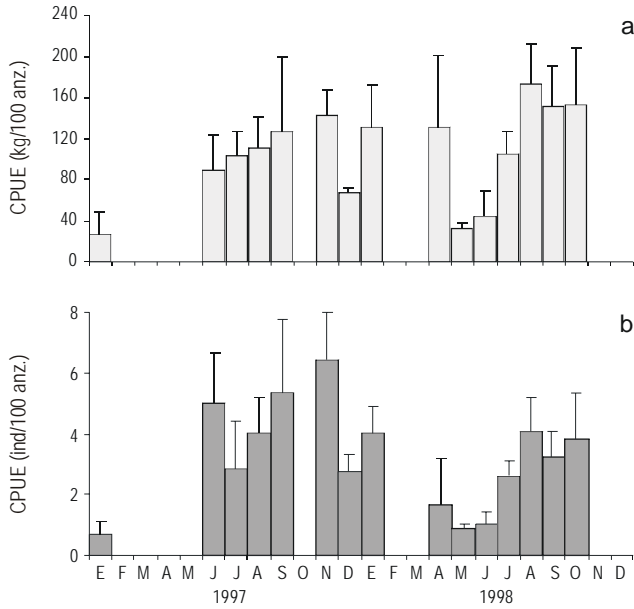


Figure 4. Variación en la abundancia mensual de tiburones (CPUE) expresada en peso (a) y número (b) para el Archipiélago de Los Roques. Palangre de fondo.
Figure 4. Variation in monthly abundance of sharks (CPUE) expressed in weight (a) and number (b) for Los Roques Archipelago. Bottom longline.

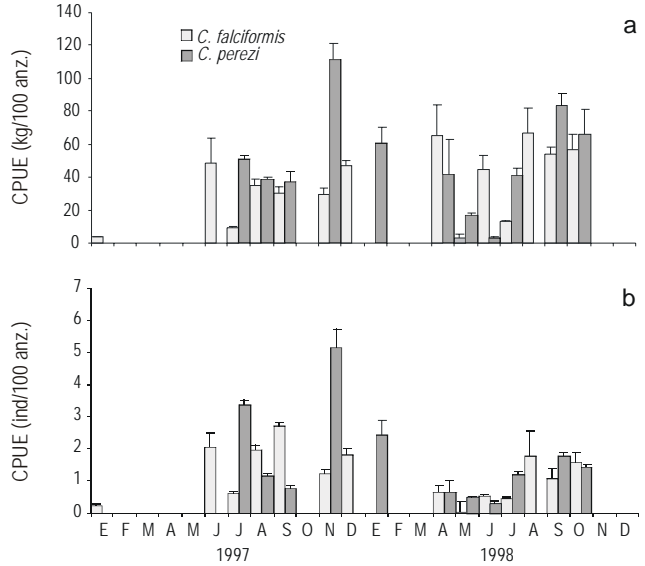


Figure 5. Variación en la abundancia mensual (CPUE) expresada en peso (a) y número (b) para las dos especies más frecuentes en la composición de captura de tiburones en el Archipiélago de Los Roques. Palangre de fondo.
Figure 5. Variation in monthly abundance (CPUE) expressed in weight (a) and number (b) for the two most common species in the shark catch composition in Los Roques Archipelago. Bottom longline.

solo una especie capturada incidentalmente y la fracción más importante de su captura la componen el tiburón y las especies de pico.

Hasta la fecha se han reportado 21 especies para el Archipiélago de Los Roques (Tavares, 1997, 2001b; Cervigón y Alcalá, 1999), lo que representa aproximadamente el 50% de las especies reportadas para Venezuela. De éstas, 15 se capturaron en este estudio. La diversidad de tiburones fue baja en las capturas correspondientes al Archipiélago de Las Aves e Isla La Blanquilla: 9 y 4 especies respectivamente. Si bien el tamaño de la muestra para estas últimas plataformas insulares fue pequeño, en estas islas no ha existido ningún tipo de regulación relacionada con la pesquería de tiburones y es probable que sus poblaciones presenten cierto grado de sobreexplotación producto de varias décadas de aprovechamiento de este recurso sin control. Las actividades comerciales dirigidas a capturar tiburones en Venezuela podrían sufrir un aumento debido al estímulo que representan para los pescadores los altos precios que han alcanzado las aletas en el mercado nacional, que son cotizadas a precios internacionales.

Los datos muestran que *C. perezii* y *C. falciformis* fueron las especies predominantes en las capturas del Archipiélago de Los Roques e Isla La Blanquilla, mientras que para el Archipiélago de Las Aves las especies predominantes fueron *C. falciformis* y *G. cirratum*. Durante un programa de monitoreo de la pesca comercial de tiburones llevada a cabo por pescadores asentados en el Archipiélago de Los Roques durante 2001, se encontró que las especies predominantes

influencing the increment of shark fisheries in Venezuela might be the high cost and demand of shark fins in national and international markets.

In Los Roques Archipelago and La Blanquilla, *C. perezii* and *C. falciformis* were the predominant species captured, while in Las Aves Archipelago, *C. perezii* and *C. falciformis* were the two main species found. During a monitoring program of the shark fishery undertaken by local fishermen in Los Roques Archipelago, *C. limbatus* and *C. perezii* were found to predominate (Tavares, 2001a, b). The variation in species composition between the two types of fishing activities in Los Roques Archipelago can be attributed to the area in which the sharks are captured. Local fishermen limit their activity to shallow waters close to the coast and keys using versatile vessels called *peñeros* (small outboard boats). These waters normally correspond to zones considered shark nurseries. Cervigón and Alcalá (1999) indicated that *C. falciformis*, *C. perezii* and *G. cirratum* are the species most frequently caught around oceanic islands such as Los Roques Archipelago.

In the past, *C. perezii* and *C. falciformis* were frequently observed in shark fisheries of the Gulf of Mexico (Compagno, 1984; Branstetter, 1987). Recent studies conducted in the same region have determined that these species have been subjected to considerable overexploitation, particularly the juvenile populations (Bonfil, 1997; Castillo-Géniz *et al.*, 1998; Baum and Myers, 2004). Another example of overexploitation can be found in this study, where the frequency of capture of *Mustelus canis* and *M. norrisi* in Los Roques Archipelago seemed low

fueron *C. limbatus* y *C. perezi* (Tavares, 2001a, b). La diferencia entre la composición de captura entre las actividades realizadas por medio de lanchas de media altura y los pescadores asentados en el archipiélago, radica en que estos últimos realizan sus actividades en zonas poco profundas a través de embarcaciones tipo peñero, que son muy versátiles y cómodas para trabajar en áreas de aguas someras y cercanas a los cayos. Éstas generalmente corresponden a áreas de criadero para los juveniles de tiburones. Cervigón y Alcalá (1999) señalan que, en Venezuela, *C. perezi*, *C. falciformis* y *G. cirratum* son las especies más frecuentes y abundantes en las capturas de las áreas insulares oceánicas como el Archipiélago de Los Roques.

En el pasado, *C. perezi* y *C. falciformis* fueron especies frecuentes en la composición de pesca de tiburones para la región del Golfo de México (Compagno, 1984; Branstetter, 1987), sin embargo, estudios posteriores llevados a cabo en la misma región determinaron que estas especies se encuentran fuertemente sobre-explotadas, principalmente por la presión pesquera ejercida en las poblaciones de juveniles (Bonfil, 1997; Castillo-Géniz *et al.*, 1998; Baum y Myers, 2004). Probablemente, otro ejemplo de sobre-explotación de tiburones sería el encontrado en este trabajo y en relación a las especies *Mustelus canis* y *M. norrisi* en el Archipiélago de Los Roques, basada en la baja frecuencia de captura y el análisis de registros fotográficos suministrados por la Fundación Científica Los Roques, que evidencian la abundancia de estas especies en las faenas de pesca con palangre de fondo y redes de ahorque en la década de los ochenta. Para la misma época, Brunetti (1989) reportó que estas especies eran comunes en las capturas comerciales con palangre de fondo en el Archipiélago de Los Roques. Estudios recientes indican que estas especies no forman parte de la composición de captura en la pesquería de tiburones llevada a cabo por pescadores asentados en el archipiélago (Tavares, 2001a). Los resultados obtenidos en este trabajo en relación con el bajo porcentaje de importancia que obtuvieron las especies *P. glauca* y *C. falciformis* en la composición de la captura en la pesca dirigida a atunes y peces de pico, pueden ser explicados por el pequeño tamaño de muestra y probablemente por el período diurno de pesca. La flota industrial palangrera venezolana, cuando captura pez espada como especie objetivo, realiza sus actividades de pesca entre el atardecer y el amanecer (F. Arocha, com. per.), por lo que el periodo nocturno de pesca explicaría los porcentajes de importancia que se observan en las capturas incidentales de tiburones por esta flota.

Las diferencias en la abundancia de las especies entre las tres áreas de estudio pueden estar influenciadas por el tamaño de la muestra y por los diferentes niveles de explotación que presentan estos grupos insulares. No existen trabajos previos que reporten niveles de abundancia de tiburones en otras regiones de Venezuela, sin embargo, los valores de la CPUE para los tres grupos insulares podrían considerarse elevados comparados con los reportados por Hazin *et al.* (2000) y Gomes *et al.* (2001) para la costa del nordeste de Brasil. Con relación a la variación estacional en la abundancia de tiburones para el

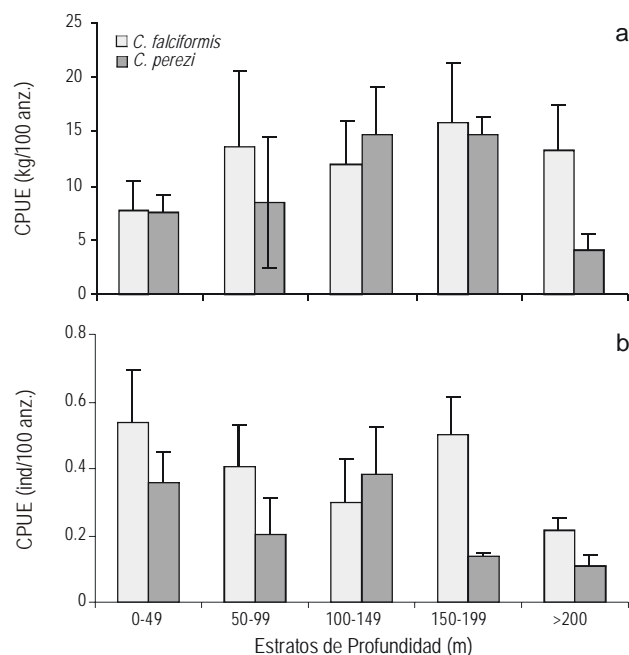


Figure 6. Variación en la abundancia (CPUE) expresada en peso (a) y número (b), de acuerdo a cinco estratos de profundidad y para las dos especies más frecuentes en la composición de captura de tiburones en el Archipiélago de Los Roques. Palangre de fondo.

Figure 6. Variation in monthly abundance (CPUE) expressed in weight (a) and number (b), according to five depth strata and for the two most common species in the shark catch composition in Los Roques Archipelago. Bottom longline.

compared to the frequency of capture and analysis of the photographic registry from the 1980s provided by the Los Roques Scientific Foundation. Brunetti (1989) reported that in Los Roques Archipelago these species were commonly caught in the commercial fishery using bottom longline. Recent studies, however, indicate that these two species do not form part of the current catch composition of fisheries settled in Los Roques Archipelago (Tavares, 2001a). The low frequency of capture observed herein of *P. glauca* and *C. falciformis* from the artisanal longline fishery targeting tunas and marlins is probably caused by the small sample size and by the diurnal fishing period of this activity. The Venezuelan industrial pelagic longline fleet targeting swordfish usually conducts fishing operations from dusk to dawn (F. Arocha, pers. comm.); the nocturnal fishing period would explain the high volume of shark bycatch obtained by this fleet.

The differences in species abundance between the three geographical zones studied might be influenced by the sample size and by the different exploitation levels presented in this group of islands. There is no previous work reporting levels of shark abundance in other regions of Venezuela; however, the CPUE values for the three geographic groups can be considered high in comparison to those reported by Hazin *et al.* (2000) and Gomes *et al.* (2001) for the northeastern coast of Brazil. In Los Roques Archipelago, an increase in shark abun-

Archipiélago de Los Roques, se observó un aparente periodo de abundancia durante el segundo semestre de cada año. Los pescadores en el Archipiélago de Los Roques se refieren al período comprendido entre junio y septiembre como una época de abundancia de tiburones, lo que coincide con la época de nacimiento de algunas especies en el área. Tavares y Provenzano (2000) reportaron para el Archipiélago de Los Roques la aparición de individuos de la especie *C. limbatus* con tallas cercanas a la de nacimiento durante los meses de agosto y septiembre. Más recientemente, para la misma área de estudio, Tavares (2001b) determinó que la época de nacimiento de *C. perezi* fue entre los meses de agosto y septiembre. Castillo-Géniz *et al.*, (1998) encontraron para varias zonas de pesca del Golfo de México, que los desembarques y CPUEs de tiburones más elevados correspondieron al segundo semestre del año. Estos autores relacionan esta abundancia con los patrones de migración y reclutamiento de individuos juveniles de las especies más frecuentes en la composición de captura como *Rhizoprionodon terraenovae*, *C. limbatus* y *Sphyrna lewini*. Thorpe *et al.* (2004) obtuvieron resultados similares con respecto a la abundancia estacional de *C. limbatus* y *C. acronotus* en la costa sudeste de Carolina del Norte.

Si bien se observa un patrón inverso entre la abundancia expresada en peso y número con relación a la profundidad, para *C. perezi* y *C. falciformis* el análisis de varianza indicó que no existían diferencias significativas en los valores medios de la CPUE con respecto a la profundidad. El resultado no significativo de la prueba probablemente se debe al aumento en la variabilidad de los valores de la CPUE cuando éstos son calculados considerando los lances negativos. Según Compagno (1984), *C. perezi* se encuentra asociada a ecosistemas de arrecifes coralinos en el Caribe, y *C. falciformis* es abundante en aguas oceánicas tropicales y puede encontrarse cerca de las plataformas continentales e insulares entre la superficie y los 500 m de profundidad. El autor señala que *C. falciformis* usa como áreas de criadero las proximidades de las islas oceánicas del Caribe. Las áreas de criadero de tiburones generalmente corresponden a zonas discretas de aguas poco profundas y con abundancia de alimento (Castro, 1993b), y la captura de individuos juveniles no contribuiría significativamente al peso. Las actividades de pesca dirigidas a capturar tiburones en aguas de poca profundidad podrían tener un impacto negativo en las poblaciones de adultos, de allí que se les debería prestar especial atención ya que los juveniles son extremadamente susceptibles a la sobre-pesca. Por otro lado, algunos tiburones como *C. perezi*, *C. falciformis* y *C. limbatus* son especies en las que la talla de nacimiento es la misma que de reclutamiento a la pesca. Esto se debe a que los métodos de pesca empleados, como el palangre, normalmente no son selectivos con respecto a la talla, lo que hace que los programas de manejo y conservación de tiburones se dificulten aún más. De este modo se tiene que los principales factores que podrían estar determinando la abundancia y distribución espacio-temporal de tiburones en el área de estudio son las características propias de los ecosistemas, la profundidad, la época de nacimiento (que

dance was observed during the second semester of each year; this variation may indicate a relation between shark abundance and seasonal variation. Fishermen in Los Roques Archipelago talk about an abundance period from June to September, season that coincides with the birthing period of some species in the area. Tavares and Provenzano (2000) reported the appearance of *C. limbatus* individuals with sizes similar to those at birth during August and September. More recently, in the same study area, Tavares (2001b) determined that the birthing season for *C. perezi* was from August to September. Castillo-Géniz *et al.* (1998) also found that in several areas of the Gulf of Mexico, shark landings and CPUE were higher in the second semester. It seems that this abundance is related to migration patterns and recruiting of the species that are commonly caught, such as *Rhizoprionodon terraenovae*, *C. limbatus* and *Sphyrna lewini*. Similar variations of abundance depending on the season are observed for *C. limbatus* and *C. acronotus* on the southeastern coast of North Carolina (Thorpe *et al.*, 2004).

Even though there was an inverse pattern between abundance expressed in weight and number in relation to depth for *C. perezi* and *C. falciformis*, the ANOVA indicated that there was no significant relationship between the mean CPUE values and depth. This lack of significant differences was caused by the increase in variability of the CPUE values when calculated using the negative fishing sets. According to Compagno (1984), *C. perezi* is associated with coral reef ecosystems in the Caribbean, and *C. falciformis* is abundant in tropical oceanic waters and continental and insular shelves between the surface and 500 m depth. Compagno (1984) also points out that *C. falciformis* uses the proximity of the oceanic islands of the Caribbean as nurseries. These areas are discrete zones of shallow waters and very productive feeding grounds (Castro, 1993b). Sharks caught in these areas would not contribute significantly to biomass. Fisheries targeting sharks in shallow waters could have a negative impact on the adult population, and for this reason special attention should be paid to juvenile populations that are very susceptible to overfishing. Conversely, the birth size of some species such as *C. perezi*, *C. falciformis* and *C. limbatus* is the same as the recruitment size at the time of fishing. This is because the fishing methods employed (such as longline) are not selective with respect to size, making the creation of management and conservation programs even more difficult. The main factors that might be determining the abundance and distribution of sharks in the study area are the specific characteristics of the ecosystem, depth, birthing season (contributing to new recruitment), reproductive season and migratory patterns.

In view of the accelerated increase in commercial shark fisheries world-wide, several countries (Canada, New Zealand, Australia and USA) have designed conservation and management programs to protect these species and ensure a rational use of the stocks (NMFS, 2001). FAO's International Action Plan for the Conservation and Management of Sharks (FAO, 1999) lists some aspects that interfere with the application of

contribuye con nuevos reclutas), la época de reproducción y patrones migratorios.

Debido al acelerado aumento en la pesca comercial de tiburones, a nivel mundial, varios países (Canadá, Nueva Zelanda, Australia y Estados Unidos) han diseñado planes de conservación y manejo orientados a proteger estas especies y asegurar un aprovechamiento racional de los stocks (NMFS, 2001). En el Plan de Acción Internacional para la Conservación y Manejo de Tiburones (FAO, 1999) se refieren algunos aspectos que interfieren en la ejecución de planes de manejo y conservación, i.e., problemas taxonómicos; datos de capturas, desembarques y esfuerzos de pesca inadecuados; dificultades en la identificación de las especies en los lugares de desembarque; escasez de información biológica y ecológica; y falta de fondos para investigación y desarrollo de programas de manejo; entre otros. Por todas las razones anteriormente referidas, es necesario prestar especial atención a las pesquerías de estas especies en el Caribe venezolano, ya que no se conoce el estado de los stocks que han sido explotados de una manera sostenida en el tiempo.

Agradecimientos

Agradecemos a la Unión Europea por haber financiado el proyecto y a la Fundación Científica (FCLR) Los Roques que fue el órgano executor y encargado de la logística de trabajo. También a los Profesores Freddy Arocha y Jeremy Mendoza por la lectura del manuscrito, a los revisores anónimos del artículo por sus observaciones, a los miembros benefactores de FCLR por los traslados aéreos, y a los capitanes y tripulación de las lanchas pesqueras que hicieron posible este estudio. La versión en inglés del manuscrito fue una contribución del Dr. Antonio Aranguren.

Referencias

- Amend, T. (1992). Parque Nacional Archipiélago Los Roques. Editorial Torino, Caracas, 223 pp.
- Antczak, A. (1991). La pesca marina prehispánica en el Archipiélago de Los Roques, Venezuela. El caso del yacimiento de la isla Dos Mosquises. Actas del Décimo Cuarto Congreso Internacional de Arqueología del Caribe, mayo 1991, Barbados, pp. 504–519.
- Arocha, F. y Marciano, L. (2001). Monitoreo de grandes peces pelágicos en el Mar Caribe y el Atlántico centro-occidental mediante un programa integrado de monitoreo en Venezuela. Proc. 52nd Annual Meeting of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, November 1999, Key West, pp. 557–576.
- Arocha, F., Arocha, O. and Marciano, L. (2002). Observed shark bycatch from the Venezuelan tuna and swordfish fishery from 1994 through 2000. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54(4): 1123–1131.
- Baum, J.K and Myers, R.A. (2004). Shifting baselines and the decline of pelagic sharks in the Gulf of Mexico. Ecol. Lett., 7: 135–145.
- Branstetter, S. (1987). Age, growth and reproductive biology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis*, and scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the northwestern Gulf of Mexico. Environ. Biol. Fish., 19(3): 161–173.
- Bonfil, R. (1997). Status of shark resources in the southern Gulf of Mexico and Caribbean: Implications for management. Fish. Res., 29: 101–117.
- Brunetti, E. (1989). Evaluación de la pesquería con palangre en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques. Tesis de licenciatura, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, 57 pp.
- Castillo-Géniz, J. L., Márquez Farias, J. F., Rodríguez de la Cruz, M. C., Cortes, E. and Cid del Prado, A. (1998). The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery. Mar. Freshwater Res., 49: 611–620.
- Castro, J. (1993b). The shark nursery of Bull Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. Environ. Biol. Fish., 38: 37–48.
- Castro, J., Woodley, C.M. and Brudek, R.L. (1999). A preliminary evaluation of the status of shark species. FAO Fish. Tech. Pap., (380): 72 pp.
- Cervigón, F. (1992). Las Dependencias Federales. Editorial ExLibris, Caracas, 156 pp.
- Cervigón, F. y Alcalá, A. (1999). Los Peces Marinos de Venezuela. Tiburones y Rayas. Vol. 5. Fundación Museo del Mar, Edo. Nueva Esparta, Venezuela, 230 pp.
- Compagno, L.J.V. (1984). FAO species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Vol. 4 (Parts 1 and 2). FAO Fish. Synop., (125): 655 pp.
- FAO (1999). International plan of action for the conservation and management of sharks. International Plan of Action for the Management of Fishing Capacity. FAO, Rome, pp. 11–26.
- Gomes, C.A.A., Mendes, J.V.S. and Gomes, G.O. (2001). Descrição da pesca de tubarões com espinhel de fundo na região norte do Brasil, durante 1996 e 1997. Arq. Cienc. Mar. Fortaleza, 34: 143–149.
- Hazin, F.H.V., Matos, J.A.W. and Gomes, S.M.M. (2000). Distribuição e abundância relativa de tubarões no litoral do estado de Pernambuco, Brasil. Arq. Cienc. Mar. Fortaleza, 33: 33–42.
- Holden, M.J. (1977). Elasmobranchs. In: J.A. Guland. (ed.), Fish Population Dynamics. Wiley & Sons, New York, pp. 187–214.
- Musick, J.A., Branstetter, S. and Colvocoresses, J.A. (1993). Trends in shark abundance from 1974 to 1991 for the Chesapeake Bight region of the U.S. mid-Atlantic coast. In: S. Branstetter (ed.),

Acknowledgements

We are grateful to the European Union for financial support of this project and to the Fundación Científica Los Roques (FCLR) who took care of the logistics. We thank Freddy Arocha and Jeremy Mendoza for reading the manuscripts, the anonymous referees for their observations, all the members of FCLR for air support and all the captains and crew of the fishing boats.

English translation by Antonio Aranguren, Ph.D.

- Conservation Biology of Elasmobranches. NOAA Tech. Rep. NMFS 115, pp. 1-188.
- NMFS (2001). Final United States National Plan of Action for the Conservation and Management of Sharks. Dept. Commer., NOAA/MFS, Silver Spring, 67 pp.
- Novoa, D. (2000). La Pesca en el Golfo de Paria y Delta del Orinoco. Editorial Arte, Caracas, 140 pp.
- Novoa, D., Mendoza, J., Marcano, L. y Cárdenas, J. (1998). El Atlas Pesquero Marítimo de Venezuela. MAC/SARPA, Caracas, 197 pp.
- Ripley, W.E. (1946). The biology of the soupfin *Galeorhinus zygoterand* and biochemical studies of the liver. Fish. Bull. Calif. Dept. Fish Game, (64): 93 pp.
- Smith, S.E. and Abramson, N.J. (1990). Leopard shark *Triakis semifasciata* distribution, mortality rate, yield and stock replenishment estimates based on a tagging study in San Francisco Bay. Fish. Bull., 88(2): 371-381.
- Stevens, J.D. (1992). Blue and mako shark by-catch in the Japanese longline fishery off southeastern Australia. Aust. J. Mar. Freshwater Res., 43: 13-20.
- 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 de Los Roques. Tesis de licenciatura, Universidad de Lisboa, Portugal, 51 pp.
- Tavares, R. (2001a). Estudio sobre biodiversidad de tiburones en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques. Oficina Nacional de Diversidad Biológica/MARN, Caracas. Inf. Téc./2000-279, 95 pp.
- Tavares, R. (2001b). Estudio sobre biodiversidad de tiburones en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques (Segunda Etapa). Oficina Nacional de Diversidad Biológica/MARN, Caracas. Inf. Téc./2001-0074, 76 pp.
- Tavares, R. y Provenzano, F. (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(1): 59-67.
- Thorpe, T., Jensen, C.F. and Moser, M.L. (2004). Relative abundance and reproductive characteristics of sharks in southeastern North Carolina coastal waters. Bull. Mar. Sci., 74(1): 3-20.
- Thorson, T.B. (1987). Human impacts on shark population. In: S. Cook (ed.), Sharks. An Inquiry into Biology, Behavior, Fisheries and Use. Oregon State Univ. Extension Service, Corvallis, pp. 31-37.
- Walker, T.I. (1998). Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. Mar. Freshwater Res., 49(7): 553-72.
- Zar, J. (1996). Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey, 662 pp.