

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Departamento de Biología

TRABAJO DE DIPLOMA

Uso de hábitats por condriectios en el archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba

Autor: Ariandy González González

Tutores: MSc. Yunier Olivera Espinosa

Dr. C. Fabián Pina Amargós

Santa Clara, junio 2018
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419



Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Departamento de Biología

Tesis de Diploma

Uso de hábitats por condrictios en el archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba

Autor: Ariandy González González

Tutores: MSc. Yunier Olivera Espinosa*

Dr. C. Fabián Pina Amargós**

*Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros. Rotonda de Los Almácigos, Cayo Coco, Ciego de Ávila, Cuba. yunier@ciec.cu

** Marlin S.A fabianpina1972@gmail.com

Santa Clara, junio 2018

*El fin de la ciencia no es abrir la puerta al
saber entero sino poner límite al error eterno*

Galileo Galilei

Hoy siento la necesidad de dedicar el fruto de este trabajo a dos personas que hicieron posible mi presencia en este mundo, que supieron guiarme hasta encontrar un camino correcto, mami y papi, para ustedes, un regalo merecido.

Agradecimientos:

Agradezco no solo por la tesis sino por estos cinco años que culminan hoy al cruzar la meta.

Primero que todo a mis padres por estar conmigo en todo momento, por confiar en mí, porque existen y los tengo a mi lado.

A mi familia toda, a mis hermanos que con solo un abrazo me hacen percibir esa sensación, la amistad más fuerte, la que se lleva en la sangre y nunca te fallará.

A Henrito que con sus cosas de niño todavía, a veces es mejor que muchos hombres, y ahora a su hermanito que con su llegada me trajo la alegría en una etapa un poco difícil.

A las personas que aunque ya no están, contribuyeron mucho con mi formación y siempre los llevare conmigo, abuelo Felipe y Nena

A mi abuela Pura que pese a sus resabios me quiere muchísimo.

A mi mejor profesor, maestra Hilda, mi segunda madre en la infancia.

Gracias a Rey por ser mi amigo, por sus consejos y por enseñarme sus trucos de pescador.

A la carpintería que hizo posible la entrada de la computadora, elemento que considero como esencial para cualquier universitario hoy día.

Gracias a mi gente del aula, al 301 que me acogió cuando lo necesitaba.

A FAGA por inspirarme confianza y saber que podía contar con el para lo que fuera.

Al gran podio que cambiaba sus posiciones minuto tras minuto y aunque varios nos tildaban de bobos, mucho que nos divertimos.

A todo aquel que haya aportado su granito de arena en mi formación en especial Enma y Edgardo que más allá de las clases siempre me tuvieron presente.

Agradezco al CIEC por ser mi casa en los últimos tiempos, a mi coterránea Nela por su gentileza y sus buenos días que nunca faltaron.

A Lila que me incluyó como miembro de su hogar casi sin conocerme y por hacer casi que magia "matarme el hambre".

Gracias al equipo de batalla mi familia de los últimos tiempos, Eliany, Yeliany, Eily, Mantilla, Clau, David y Jose.

Clau gracias por no dudar para ofrecerme tu casa en un momento difícil que estabas viviendo.

Gracias a Cayo Coco por prestarme sus playas y hacer que este período se hiciera menos engorroso.

Al Programa de Marcaje de Tiburones que hizo posible la realización de este trabajo.

Por último gracias a Yunier a quien hoy considero más que tutor, amigo, gracias por llevar el hilo conductor, por enseñarme lo que sabes, por no claudicar jamás, por tu potencial para lidiar con tantas cosas a la vez sin dejar ninguna de la mano.

A todos muchas gracias.

Resumen

Los condrictios son un importante grupo para el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas, sin embargo, se encuentran en peligro debido a la degradación de hábitats y la sobrepesca. En este estudio se analizó el uso de hábitats de condrictios en el archipiélago de los Jardines de la Reina. Los muestreos se realizaron con dos artes de pesca, los palangres utilizados en zonas abiertas, colocados paralelos a la línea de costa, y las calas en áreas más estrechas como los canales de manglar. Se capturaron 275 individuos pertenecientes a cinco especies de tiburones y dos de rayas. Las poblaciones de condrictios en el archipiélago de los Jardines de la Reina se mantuvieron relativamente estables con excepción de *Carcharhinus perezii*, que presentó un incremento significativo en los últimos años del estudio. Al comparar las zonas, el Parque Nacional Jardines de la Reina presentó valores de abundancia relativa superiores a otras áreas. Además, se observó que con el aumento de la distancia a la Isla de Cuba también aumentó la abundancia relativa. En la población de *C. perezii* no hubo indicios de segregación por sexo, ni por grupos etarios. El Parque Nacional Jardines de la Reina es un área de gran importancia para el movimiento de tiburones; con especies que se desplazan hacia zonas con influencia de la pesca, mientras que otras solo se mueven dentro del área protegida.

Palabras clave: tiburones, rayas, selección de hábitats, marcaje, CPUE.

Abstract

Chondrichthyans are an important group for maintaining the equilibrium of ecosystems, however, they are in danger due to habitat degradation and overfishing. In this study, the habitat uses by chondrichthyans in the Jardines de la Reina archipelago was analyzed. The samplings were carried out with two fishing gears, the longlines used in open areas, placed parallel to the coastline, and the setlines in narrower areas such as mangrove channels. In total, 275 individuals belonging to five species of sharks and two of rays were captured. Chondrichthyan populations in the Jardines de la Reina archipelago remained relatively stable with the exception of *Carcharhinus perezi*, which showed a significant increase in the last years of the study. When comparing the zones, the relative abundance in Jardines de la Reina National Park was superior to other areas. In addition, it was observed that with the increase of the distance to the Island of Cuba the relative abundance also increased. The population of *C. perezi* showed no signs of segregation by sex, nor by age groups. The Jardines de la Reina National Park is an area of great importance for the shark movement; with species that move towards fished areas, while others only move within the protected area.

Key words: sharks, rays, habitat selection, tagging, CPUE

Tabla de contenidos

1.	Introducción	1
2.	Revisión bibliográfica	3
2.1.	Tiburones	3
2.1.1.	Uso de hábitats por los tiburones	4
2.1.2.	Áreas de crianza	5
2.1.3.	Segregación espacial en tiburones	6
2.1.4.	Filopatría.....	6
2.2.	Distribución y preferencia de hábitats de <i>Carcharhinus perezii</i>	7
2.2.1.	Comportamiento de <i>Carcharhinus perezii</i> dentro de áreas protegidas	8
2.3.	Áreas Marinas Protegidas	8
2.4.	Selección y preferencia de hábitat	9
3.	Materiales y métodos	11
Área de estudio	11	
Métodos de muestreo.....	12	
Análisis de datos	13	
3.1.	Caracterización de las poblaciones de los tiburones capturados.....	13
3.2.	Distribución espacial de los tiburones	13
3.3.	Uso de hábitat por los tiburones.....	14
4.	Resultados.....	15
4.1.	Condriictios en Jardines de la Reina	15
4.1.1.	Capturas	15
4.1.2.	Capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) por año	16
4.2.	Distribución espacial.....	17
4.2.1.	Capturas por unidad de esfuerzo en cada zona	17
4.2.2.	Selección de hábitat por <i>Carcharhinus perezii</i>	18
4.3.	Uso de hábitat	19
4.3.1.	Selección de hábitat.....	19
4.3.2.	Patrones de movimiento.....	21
5.	Discusión	23
5.1.	Tiburones en Jardines de la Reina	23
5.2.	Distribución espacial.....	24
5.3.	Uso de hábitat	25
6.	Conclusiones	29
7.	Recomendaciones	30
8.	Referencias bibliográficas	31

1. Introducción

Los tiburones están en peligro debido a la degradación de hábitats y la sobrepesca (Ward-Paige *et al.*, 2012). La comunidad científica coincide en que los condriktios, en general, tienden a ser más vulnerables a la explotación que otros peces (Brooks *et al.*, 2013). Características biológicas tales como el lento crecimiento, madurez tardía, períodos prolongados de gestación y una compleja estructura espacial por tamaños y segregación por sexos, traen como resultado poblaciones con bajas tasas de renovación (PAN-Tiburones., 2015).

La explotación pesquera desmedida ha traído como resultado una disminución significativa en la distribución y abundancia de tiburones de arrecife (Graham y Burgess, 2004; Ward-Paige *et al.*, 2012). Por otra parte, el aumento de la frecuencia de las perturbaciones y las actividades antropogénicas están teniendo un gran impacto en los arrecifes de coral y, por ende, en los tiburones asociados a estos (Wilson *et al.*, 2006; De'ath *et al.*, 2012).

Los patrones de distribución de la biodiversidad de tiburones generalmente se asocian con gradientes latitudinales y batimétricos (Menni *et al.*, 2010; Guisande *et al.*, 2013). La riqueza de especies de tiburones típicamente aumenta hacia el ecuador con picos en las aguas poco profundas de la plataforma continental (Lucifora *et al.*, 2011; Guisande *et al.*, 2013). Sin embargo, la presencia de tiburones y las asociaciones de hábitats y especies pueden variar considerablemente entre las regiones, procesos que son poco conocidos (Espinoza *et al.*, 2014).

Aunque algunas especies exhiben una fuerte asociación con hábitats particulares (Bond *et al.*, 2012), en general, la mayoría de los tiburones tienden a utilizar una gran variedad de hábitats (Harry *et al.*, 2011; Bond *et al.*, 2012). Esto permite que actúan potencialmente como enlaces de energía en la transferencia de nutrientes entre los diferentes sistemas. Por lo tanto, la comprensión de las asociaciones de hábitats específicos de las especies puede ser un enfoque valioso para identificar áreas importantes para conservación de tiburones, así como conocer procesos ecológicos complejos tales como la conectividad dentro y entre los ecosistemas.

Debido a las importantes funciones ecológicas que exhiben los tiburones como depredadores en las comunidades marinas, el estudio del uso de hábitats constituye un área de especial interés en las investigaciones marinas. La existencia o no de partición de recursos por grupos etarios y

el modo en que se manifiesta dentro de las reservas marinas, donde no son explotados por la pesca, es un elemento fundamental para desarrollar estrategias de manejo más efectivas e integradoras.

En Cuba, a principios de la década de los setenta, se realizaron importantes investigaciones sobre las pesquerías pelágico-oceánicas en la región noroccidental de Cuba (Guitart, 1968; 1975; 1983). Algunos estudios se han enfocado en la composición de la diversidad de elasmobranquios en aguas cubanas (Guitart, 1979; Espinosa, 1997; Claro y Robertson, 2010; Aguilar *et al.*, 2014). A principios de la década de 2010 se realizaron esfuerzos por documentar aspectos biológicos y pesqueros de tiburones en la región occidental del país (Hernández-Betancourt y Vejerano, 2010; Borroto, 2011; Briones, 2011; Aguilar *et al.*, 2014).

Algunos de los estudios realizados en Cuba comprenden las pesquerías de elasmobranquios donde se incluyen algunos aspectos ecológicos, pero son escasas las investigaciones sobre el uso de hábitats por los tiburones. Esto se debe en parte a las dificultades logísticas y metodológicas que implican este tipo de estudio. El archipiélago de los Jardines de la Reina presenta un alto nivel de conservación, lo que lo hace un sitio ideal para indagar sobre los hábitats usados por las especies de tiburones que allí se encuentran. Esta información es de gran importancia pues contribuirá a la conservación y protección de los tiburones y aportará nuevos conocimientos sobre el comportamiento de los tiburones. Por esta cuestión en el estudio se plantea como hipótesis:

Entre las especies de tiburones del archipiélago Jardines de la Reina existe un patrón de uso diferenciado de hábitats.

Objetivo general:

Analizar los patrones de uso de hábitat por condriictios en el archipiélago de los Jardines de la Reina.

Objetivos específicos:

1. Caracterizar la abundancia de condriictios el archipiélago de los Jardines de la Reina.
2. Caracterizar la distribución espacial de condriictios en el archipiélago de los Jardines de la Reina.
3. Evaluar el uso de hábitat por condriictios en el archipiélago de los Jardines de la Reina.

2. Revisión bibliográfica

2.1. Tiburones

Los tiburones aparecieron hace más de 450 millones de años (Lamilla y Bustamante, 2005). Existen cerca de 400 especies vivientes en al menos 9 órdenes, 57 familias y 182 géneros (Compagno *et al.*, 2005). Todas las especies están agrupadas en la Clase Chondrichthyes y se caracterizan por tener esqueleto cartilaginoso, escamas placoideas y órganos copuladores externos (Caldas y López-García, 2011). Como todos los depredadores los tiburones desempeñan una función esencial en el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas marinos, principalmente aquellos localizados en las regiones tropicales (Bascompte *et al.*, 2005; Myers *et al.*, 2007). Además, el conocimiento detallado sobre su distribución, abundancia y uso del hábitat, permite evaluar el estado de conservación de los ecosistemas marinos (Myers y Worm, 2003; Myers *et al.*, 2007). El declive de los tiburones (depredadores) reduce la mortalidad de las presas causando una modificación en la estructura del ecosistema (Ferretti *et al.*, 2010).

Los tiburones presentan métodos de reproducción variados, que incluyen desde las formas ovíparas que ponen huevos grandes y bien protegidos, hasta las especies vivíparas que dan a luz a las crías vivas (Lamilla y Bustamante, 2005). Aunque existe variedad en las formas de reproducción, Musick *et al.* (2000) catalogan a los tiburones como peces poco resistentes a soportar niveles elevados de mortalidad por pesca. Esto se debe a su crecimiento lento, madurez sexual tardía y baja fecundidad. Además el ciclo reproductivo de los tiburones generalmente fluctúa entre dos y tres años con un período de gestación aproximado de 12 meses seguido por un tiempo de reposo que varía entre uno y dos años (Fowler, 2005). En general, las especies menos longevas que maduran a edades más tempranas suelen tener mayor productividad y, por ello, mayor capacidad de sostener una pesquería comercial (Núñez, 2008). El propio autor plantea que, aunque la mortalidad por pesca tiene el gran efecto sobre las poblaciones de tiburones, se deben considerar otros factores como son la contaminación, degradación y pérdida de hábitats.

2.1.1. Uso de hábitats por los tiburones

Para realizar un estudio de uso de hábitat es necesario tener presente factores fundamentales como son la escala espacial y la escala temporal (Simpfendorfer y Heupel, 2004). De esta manera se abarcarán todos los hábitats usados por la especie tanto espacial como temporalmente. Cooper (1978) señala que el hábitat local de un animal (*home range* en inglés) no debe tratarse como un área inclusiva porque dicho animal puede usar una pequeña porción del área intensamente, otras áreas moderadamente y otras que no usa en lo absoluto. Este tipo de observación llevó a varios autores a definir el hábitat local como subregión de un área que representa una porción específica (a menudo el 95%) del espacio que utiliza un animal (Jennrich y Turner, 1969; Anderson, 1982; Worton, 1987).

Dada la importancia que poseen los tiburones como depredadores en las comunidades marinas, deben ser estudiados varios aspectos de su comportamiento. Sin embargo, son insuficientes los estudios que han cuantificado el uso del hábitat y la distribución espacial de los tiburones (Heithaus *et al.*, 2002). La información sobre el uso del hábitat de los tiburones sería importante para la gestión y conservación. Así, por ejemplo, Olsen (1954) identificó que los tiburones recién nacidos se encuentran en un hábitat determinado y propuso la protección de estas áreas.

Los tiburones tienen preferencia por tres tipos fundamentales de macro-hábitats: lagunas profundas, lagunas poco profundas y arrecifes oceánicos (Pikitch *et al.*, 2005). En un estudio realizado por Rizzari *et al.* (2014), resultó que la densidad de los tiburones es superior en el escarpe que en la terraza y el arrecife trasero. A su vez, el arrecife trasero presentó mayor densidad que la terraza. En un estudio referido al tiburón martillo (*Sphyrna lewini* [Griffith y Smith, 1834]), la mayoría de las capturas se encuentran en hábitats de aguas someras (10-30 m) y fondos lodosos influenciados por manglares y ríos (López, 2012). Refiriéndose a la misma especie, Arauz *et al.* (2007) sugieren que durante el día los tiburones martillo se congregan en aguas someras, mientras que durante la noche se desplazan a aguas más profundas para alimentarse. Este estudio evidencia como los tiburones pueden variar el hábitat en un corto período de tiempo influenciado por la disponibilidad de alimento.

Analizando el movimiento de los tiburones se observa que el tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier* [Péron y Lesueur, 1822]) se desplaza en un área comprendida entre 20 km² y 387 km². Sin embargo, los tiburones tigre prefieren hábitats de pastos marinos poco profundos, donde sus presas son más abundantes por lo que no realizan largas persecuciones (Heithaus *et al.*, 2002).

El galano de ley (*Negaprion brevirostris* [Poey, 1868]) se desplaza en áreas de 5 km² a 341 km². Sin embargo, el tiburón cabeza dura (*Carcharhinus perezii* [Poey, 1876]), al contrario de las especies anteriores, mostró muy poco desplazamiento, comprendiendo un área de 5 a 6 km² aproximadamente (Pickard *et al.*, 2016). Esta característica puede estar dada porque *C. perezii* tolera temperaturas de 12,4 a 31 °C y profundidades de 0 a 356 m, indicando el acoplamiento que existe entre hábitats profundos y poco profundos (Chapman *et al.*, 2007). Según Heupel *et al.* (2010), otras especies que también se caracterizan por la poca movilidad son el tiburón gris de arrecife (*Carcharhinus amblyrhynchos* [Bleeker, 1856]) y el *N. brevirostris*.

Algunas especies de tiburones pueden vivir en zonas de arrecifes poco profundos cercanos a la orilla. Esta cualidad los hace vulnerables a impactos acumulativos y fenómenos naturales (Chin *et al.*, 2012). Al igual que los autores anteriormente mencionados, Heithaus (2007) plantea que los disturbios provocados por la actividad humana ocasionan daños a las áreas poco profundas cercanas a la orilla que generalmente coinciden con los sitios de crianza. La importancia de los estudios de uso del hábitat ha ido en aumento en la última década. Definir y comprender el hábitat esencial de los tiburones es fundamental para las especies explotadas comercialmente y para las especies que se encuentran en peligro de extinción.

2.1.2. Áreas de crianza

Existen zonas consideradas sitios de crianza. Dichas zonas pueden ser cerradas o abiertas. Usualmente los sitios de crianza son áreas costeras de aguas pocas profundas y de alta productividad, donde los tiburones recién nacidos encuentran abundante alimento y protección de grandes depredadores (Castro, 1993; Simpfendorfer y Milward, 1993; Bonfil, 1997; Carlson, 1999). Los sitios de crianza deben tener tres características fundamentales: (1) los tiburones deben ser encontrados con mayor frecuencia en estas áreas que en otras; (2) los tiburones tienen tendencia a regresar al sitio y permanecer un extenso periodo; y (3) el área debe ser usada repetidamente en el transcurso de los años (Heupel *et al.*, 2007).

Varias bahías con mangle en la isla San Cristóbal, en la Reserva Marina de Galápagos, resultaron sitios de crianza para el tiburón de puntas negras (*Carcharhinus limbatus* [Müller y Henle, 1839]). Esta especie fue la más representada y la mayoría de los individuos eran juveniles (Llerena, 2009). Las costas de Golfo de México constituyen importantes sitios de crianza para varias especies de tiburones (Hueter y Tyminski, 2007). Varios autores comparten esta idea

refiriéndose a los tiburones toros (*Carcharhinus leucas* [Müller y Henle, 1839]), pues existe gran abundancia de juveniles en esta zona (McCandless *et al.*, 2007; Froeschke *et al.*, 2010).

2.1.3. Segregación espacial en tiburones

La segregación en tiburones está dada por varios factores: temperatura del agua, concentración de oxígeno, concentración de nitrógeno, salinidad, tipo de sustrato y disponibilidad de alimentos (Conrad, 2011). Varias especies de tiburones juveniles pueden compartir el mismo hábitat debido a la semejanza que existe en la dieta (Heithaus, 2007). Curiosamente varias especies de tiburones conviven sin existir partición en el hábitat, notándose en la preferencia por las zonas costeras en las etapas más cálidas del año (Vaudo, 2011). Sin embargo, son varios los casos en los que juveniles y adultos se encuentran segregados, aunque pertenezcan a la misma especie. En Atol das Rocas, Brasil, se determinó que la composición social de tiburones está dada principalmente por la segregación que existe entre juveniles y adultos (Agra, 2009). De igual manera, pero en el Parque Nacional Los Roques, Venezuela, Tavares (2009) plantea que los tiburones de puntas negras presentan segregación etaria. En este estudio los juveniles se encuentran en un área limitada mientras que los adultos de mayor tamaño son más frecuentes en los extremos del área protegida sin mostrar convivencia con juveniles.

2.1.4. Filopatría

La filopatría, también llamada fidelidad de sitio, es el uso repetido de áreas particulares a lo largo de la vida de un tiburón tanto para la alimentación como para la reproducción (Goldman y Anderson, 1999; Chapman *et al.*, 2005). Existen dos tipos básicos de filopatría: la natal, donde las hembras regresan al lugar donde dieron a luz, y la sexo-específica, en la que uno de los sexos es más filopátrico que el otro (Hueter *et al.*, 2005). El regreso de hembras maduras sexualmente al lugar donde dieron a luz es característico de varias especies de la familia Carcharhinidae (Tillett *et al.*, 2012). Algunas de las especies con filopatría natal son: *N. brevirostris*, *C. limbatus*, *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788) y *Carcharhinus plumbeus* (Nardo, 1827) (Feldheim *et al.*, 2002; Keeney *et al.*, 2005).

Otra especie que se caracteriza por manifestar un alto grado de filopatría es *C. perezi*. Los resultados obtenidos de recapturas evidencian que los individuos de esta especie presentan poco movimiento pues con un periodo de 6 meses entre captura y recaptura y desplazamientos a distancias inferiores a los 2 km (Brooks *et al.*, 2013). Ello evidencia la “fuerte fidelidad de sitio”

de la especie. Olivera *et al.* (2018) plantean que la especie es muy abundante en Jardines de la Reina, cuestión que se debe tener en cuenta aspectos del comportamiento de dicha especie.

2.2. Distribución y preferencia de hábitats de *Carcharhinus perezii*

Las poblaciones de la especie comúnmente conocida como tiburón cabeza dura (*C. perezii*) ha sufrido una marcada reducción a nivel mundial (Roff *et al.*, 2016), por lo que constituye un grupo alta prioridad para la conservación. Con una talla máxima de 295 cm el tiburón cabeza dura es uno de los más grandes depredadores asociados a los arrecifes (Compagno, 1984), distribuido en todo el oeste del Atlántico tropical y subtropical, Golfo de México y el Gran Caribe (Castro, 2010; Driggers *et al.*, 2011). Su desplazamiento vertical abarca el rango de 0 a 356 m de profundidad, tolerando temperaturas entre los 12 y 31 °C (Chapman *et al.*, 2007).

Al monitorear dos hábitats de arrecifes poco profundos, Chapman *et al.* (2007) demostraron que en las noches se incrementa la cantidad de tiburones cabeza dura adultos con mayor longitud total pero con muy pocos juveniles. La mayor concentración de juveniles se encontró en las zonas de lagunas con profundidades menores de 18 m. En las zonas cercanas al arrecife donde hay mayor profundidad, se encontraban los tiburones más grandes comprobándose que existe relación entre profundidad y longitud total en los tiburones cabeza dura. Igualmente plantean que los tiburones de mayor tamaño se encuentran en los arrecifes oceánicos y los juveniles de menor tamaño visitan frecuentemente las lagunas profundas.

Analizando patrones de movimiento y fidelidad de sitio, Garla *et al.* (2006) plantean que la especie presenta un alto grado de fidelidad por el sitio donde vive. Sus rangos de movimiento no sobrepasan los 5 km. El rango de movimiento en algunos casos fue incluso menor, Brooks *et al.* (2013) reportan que durante tres años el máximo desplazamiento fue de 1,77 km lo cual reafirma la fidelidad de la especie por un sitio. No obstante, existen estudios donde se reportan distancias máximas recorridas por la especie cercanas a los 50 km (Kohler y Turner, 2001; Chapman *et al.*, 2005).

Los estudios con tiburones en Cuba son insuficientes. Generalmente se han enfocado en estudios pesqueros y análisis de alimentación. Dado el alto valor económico de *C. perezii* para la industria pesquera y el ecoturismo de muchos países, su conservación debe ser priorizada (Gallagher y Hammerschlag, 2011). El presente estudio hará referencia al uso de hábitat por los

tiburones, enfocando la atención en la especie *C. perezii* en un área con una protección altamente efectiva, el Parque Nacional Jardines de la Reina.

2.2.1. Comportamiento de *Carcharhinus perezii* dentro de áreas protegidas

Para un buen funcionamiento de un área marina protegida (AMP), es de gran importancia conocer el hábitat local de la especie, al igual que la fidelidad al sitio. El hábitat local se define como la manifestación espacial del comportamiento animal en relación con la supervivencia y la reproducción (Börger *et al.*, 2008). En particular, las áreas marinas protegidas son un factor que influye positivamente en las poblaciones del tiburón cabeza dura (Chapman *et al.*, 2005; Robbins *et al.*, 2006; Bond *et al.*, 2012).

Según Tavares (2009), en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques, Venezuela, se monitorearon tiburones cabeza dura, principalmente en áreas cercanas a las islas, en profundidades desde 3 m hasta 60 m. La talla de los individuos estuvo relacionada con la profundidad a la que fueron capturados. Los juveniles (<100 cm de longitud total) se observaron principalmente en profundidades menores que 20 m. También en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques se observó que los juveniles de mayor tamaño se encontraban en las zonas más cercanas a la isla, mientras que los individuos adultos de mayor tamaño se capturaron en aguas más profundas (Tavares, 2009).

En el AMP Archipiélago Fernando de Noronha, Brasil, los tiburones cabeza dura mostraron gran fidelidad por el sitio. En las noches solían tener un mayor desplazamiento pero no variaron los patrones de movimiento (Garla *et al.*, 2006). Los propios autores hacen énfasis en lo indispensable que resultan las AMP para los tiburones cabeza dura. Las costas cubanas se encuentran dentro del área de distribución de la especie, pero debido a factores como la deficiencia de recursos, son muy escasas las investigaciones realizadas.

2.3. Áreas Marinas Protegidas

Brock *et al.* (2012) definen al área protegida como el espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, a través de medios legales, o de otro tipo, eficaces para la conservación a largo plazo de la naturaleza, sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados. Las áreas marinas protegidas constituyen estrategias pasivas de manejo, conservación y recuperación de los recursos marinos (Roberts *et al.*, 2001; Sale, 2008). La eficacia del AMP puede estar determinada por los patrones de movimiento de los diferentes

organismos, entre ellos los peces (Afonso *et al.*, 2008). Las AMP no solo se dedican a la protección de los recursos que presentan sino también a los servicios ambientales que pueden proporcionar (Cesar *et al.*, 1997; Carter, 2003) siendo estos los verdaderos beneficios del AMP. El turismo es uno de los servicios que brindan las AMP donde se obtienen grandes ingresos (Figueredo-Martín *et al.*, 2010).

En Cuba, durante los últimos años, se ha potenciado la gestión de las AMP, sobre todo en el sur del archipiélago (Hidalgo Ceruto, 2015), gracias al apoyo de proyectos internacionales. Jardines de la Reina es uno de los grupos insulares cubanos mejor conservados. Se destaca entre los ecosistemas tropicales del mundo por su biodiversidad exclusiva, elevada productividad de manglares y pastos marinos, además de sus imponentes crestas arrecifales y el gran tamaño de sus peces (Pina Amargós *et al.*, 2006). Desde el año 1996 gran parte de Jardines de la Reina fue declarada Zona Bajo Régimen Especial de Uso y Protección (ZBREUP) por la resolución 562/96 del Ministerio de la Industria Pesquera, categoría similar a las reconocidas internacionalmente reservas marinas (Pina-Amargós, 2008; Pina-Amargós *et al.*, 2012). Uno de los servicios que brinda el AMP Jardines de la Reina es el turismo el cual encuentra como atractivo principal los grandes peces, en especial, los tiburones.

2.4. Selección y preferencia de hábitat

La selección y preferencia de hábitat es una temática de gran importancia en la biología, ecología, evolución y el manejo y conservación de la biodiversidad. Nos permite determinar los recursos y condiciones que requiere una especie para su supervivencia, reproducción y perduración en el tiempo (Montenegro y Acosta, 2008). Sin embargo, es uno de los temas más polémicos en la ecología. El problema para determinar si un individuo o especie muestra una preferencia o selección por un hábitat radica en que la abundancia de los individuos no es la que define si el hábitat es preferido o no. De hecho, puede que una especie se agrupe en algún lugar por presiones externas y, sin embargo, no sea el lugar óptimo para su desarrollo (Hall *et al.*, 1997). Para saber si un hábitat es preferido se deben tener en cuenta dos fases fundamentales. La primera es una prueba para determinar si los hábitats se usan en proporción a su disponibilidad y la segunda es identificar qué hábitats son preferidos y cuales se evitan (Simpfendorfer y Heupel, 2004).

La selección de hábitat se define como el proceso por el cual una especie elige entre los distintos recursos disponibles. El comportamiento de un organismo puede influenciar en gran medida la

selección del hábitat (Janz, 2005). Factores como la disponibilidad de alimento y hábitos reproductivos provocan que los hábitats elegidos cumplan requisitos indispensables para las especies. En situaciones donde no esté presente un factor preferido entonces el individuo tendrá que elegir un factor análogo. En reiteradas ocasiones suelen utilizarse indistintamente los términos selección y preferencia. Esto debe ser por la relación que puede existir entre ellos, pero ecológicamente hablando no significan lo mismo. Razón por la que debemos ser cuidadosos con la utilización de ambos términos.

3. Materiales y métodos

Área de estudio

Las zonas de estudio están localizadas al sureste de Cuba. Comprende gran parte del archipiélago de los Jardines de la Reina, el cual se extiende desde Cabo Cruz, provincia Granma, hasta la Bahía de Casilda, al sur de la provincia Santi Spíritus. El estudio comprendió tres sub-zonas, los Cayos de Ana María (CAM), el golfo de Ana María (GAM) y la cayería sur del archipiélago de los Jardines de la Reina (JR) (Fig. 1). El GAM limita al sur con JR y presenta zonas con cayos rodeados de manglar. Además, presenta zonas de arrecifes de parches (cabezos de coral) y pastos marinos. En esta zona, los cayos más próximos a la Isla de Cuba son conocidos como Refugio de Fauna Cayos de Ana María. Por otro lado, JR incluye un sistema de manglares, pastos marinos y arrecifes de coral, que está entre los mejor conservados del mundo (Martín Blanco *et al.*, 2010). En 1996 fue establecido por la resolución 562/96 del Ministerio de la Industria Pesquera como una Zona Bajo Régimen Especial de Uso y Protección. Esta categoría de manejo es equivalente a lo que se conoce internacionalmente como “Reserva Marina” (Pina-Amargós, 2008). Posteriormente en 2010 el área fue designada como Parque Nacional por acuerdo del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de Cuba (Acuerdo 6803/2010).

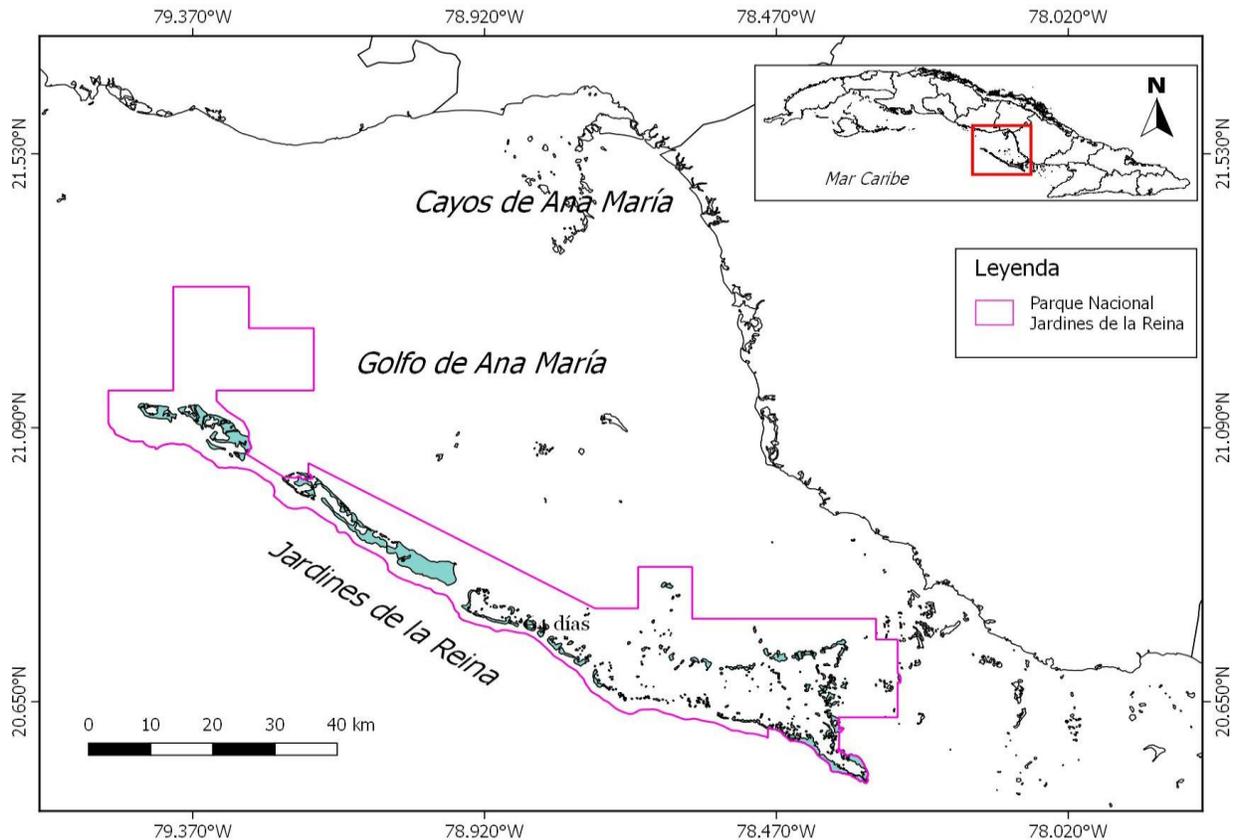


Figura 1. Área de estudio para el marcaje de tiburones: Parque Nacional Jardines de la Reina, Golfo de Ana María y Cayos de Ana María.

Métodos de muestreo

El estudio comprendió un periodo de cinco años (2012-2016). Para llevar a cabo los muestreos se realizaron expediciones científicas en las que se capturaron los tiburones con artes de pesca y métodos diseñados para reducir su mortalidad. Para la pesca se utilizaron palangres (*longlines* en inglés) colocados generalmente paralelos a la línea de costa. Estos están compuestos por una línea de pesca en la cual se le distribuyen un número determinado de anzuelos. El palangre utilizado en el estudio constaba de 50 anzuelos circulares tamaño 16/0, calados en hábitats de pastos marinos, lagunas arrecifales y arrecifes de coral. El arte de pesca se revisó cada una hora para minimizar los daños a los tiburones capturados. Además, se utilizaron calas (*setlines* en inglés) dispuestas en manglares y canales asociados. Las calas consisten en grupos de entre 5 y 60 anzuelos circulares tamaño 16/0 colocados independientes uno del otro. Una vez capturados los tiburones fueron identificados, medidos, marcados (con marcas convencionales) y

posteriormente liberados. También, se determinó la madurez sexual, en los machos teniendo en cuenta la longitud y estado de calcificación de los *cláspers* y en las hembras se estimó a partir del tamaño del individuo dependiendo de la especie (Compagno, 2001).

Análisis de datos

3.1. Caracterización de las poblaciones de los tiburones capturados

Para la caracterización de las poblaciones de tiburones se determinó la abundancia (número de individuos capturados por especie) y la abundancia relativa por cada año teniendo en cuenta las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) a partir de la fórmula propuesta de Brooks *et al.* (2013). Como los datos no siguieron una distribución normal, se realizó una comparación múltiple de medias mediante una prueba no paramétrica (prueba Kruskal-Wallis) para determinar si existen o no diferencias entre las CPUE por años. Para llevar a cabo estos análisis se usó el software R versión 3.2.3 (R-Core-Team, 2017).

3.2. Distribución espacial de los tiburones

La distribución de los tiburones también se caracterizó teniendo en cuenta la abundancia relativa por zonas (JR, GAM y CAM). La abundancia relativa fue determinada con las capturas por unidad de esfuerzo. Además, se determinó la distribución por grupos etarios y por sexo de las especies más comunes en la zona JR.

Las CPUE se calcularon a partir de la ecuación propuesta por Brooks *et al.* (2013):

$$CPUE = \frac{k}{(ca - ti) - \left((asc + k) * \frac{ti}{2} \right)}$$

Donde k representa el número de capturas, ca cantidad de anzuelos, ti el tiempo de inmersión y asc el número de anzuelos sin carnadas. Esta ecuación modifica la ecuación clásica:

$$CPUE = \frac{k}{ca * ti}$$

Dada la proporción de anzuelos que usualmente son recogidos sin carnadas, la ecuación propuesta por Brooks *et al.* (2013) asume que cada anzuelo que se recoge sin carnada, o en el cual se ha capturado un tiburón, ha cesado su acción de pesca a mitad del período que estuvo

sumergido. A diferencia de esta, la ecuación clásica está basada en la asunción de que las carnadas permanecen en los anzuelos y pescan activamente durante todo el tiempo que se encuentran sumergidos (Heithaus, 2001). Para el cálculo de la abundancia relativa y determinar la distribución por grupos etarios y por sexo se utilizó el software R.

3.3. Uso de hábitat por los tiburones

En el análisis del uso de hábitat se realizó una tabla que refleja los individuos por especies que se capturaron en cada uno de los hábitats. Además, con la utilización del software R y el paquete mvpart 1.6-2 (Ward-Paige *et al.*, 2012) se construyó un árbol de regresión multivariado (MRT por sus siglas en inglés) (De'ath y Fabricius, 2000), donde las variables respuesta fueron las abundancias de tiburones por especies y las variables predictoras fueron: la zona de estudio, tipo de carnada, temperatura, profundidad y hábitat donde se ubicaron las artes de pesca. Se tomó la decisión de dejar fuera la variable tipo de hábitat pues con esta incluida, el árbol presentaría una única división debido a la fuerte contribución de la especie más abundante en el estudio, restándole así importancia a las demás variables. Por último, con el análisis de los valores de captura y recaptura se determinó el movimiento de cada especie representándolos en un mapa del archipiélago de los Jardines de la Reina.

4. Resultados

4.1. Condrictios en Jardines de la Reina

4.1.1. Capturas

Durante los 5 años de muestreo se capturaron 275 individuos pertenecientes a 7 especies de condrictios. La especie *C. perezii* resultó ser la más abundante con 169 individuos, lo cual representa el 61,5 % de las capturas. Seguidamente la especie *G. cirratum* contribuyó con 59 individuos para un 21,4 %. Sin embargo, entre las especies restantes *Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle, 1839), *C. limbatus*, *Hypanus americanus* (Hildebrand y Schroeder, 1928), *N. brevirostris* y *Urobatis jamaicensis* (Cuvier, 1816) solo se capturaron 47 individuos, para un 17,1 %. En general, se observó gran variabilidad entre las capturas por cada año, pero existe un patrón de disminución de las capturas a lo largo del estudio. El año 2012 fue el de mayor cantidad de capturas con 68 individuos lo cual representa el 24 % de los tiburones capturados durante los 5 años de muestreo, aunque en este año solo se capturaron 3 especies (Fig. 2).

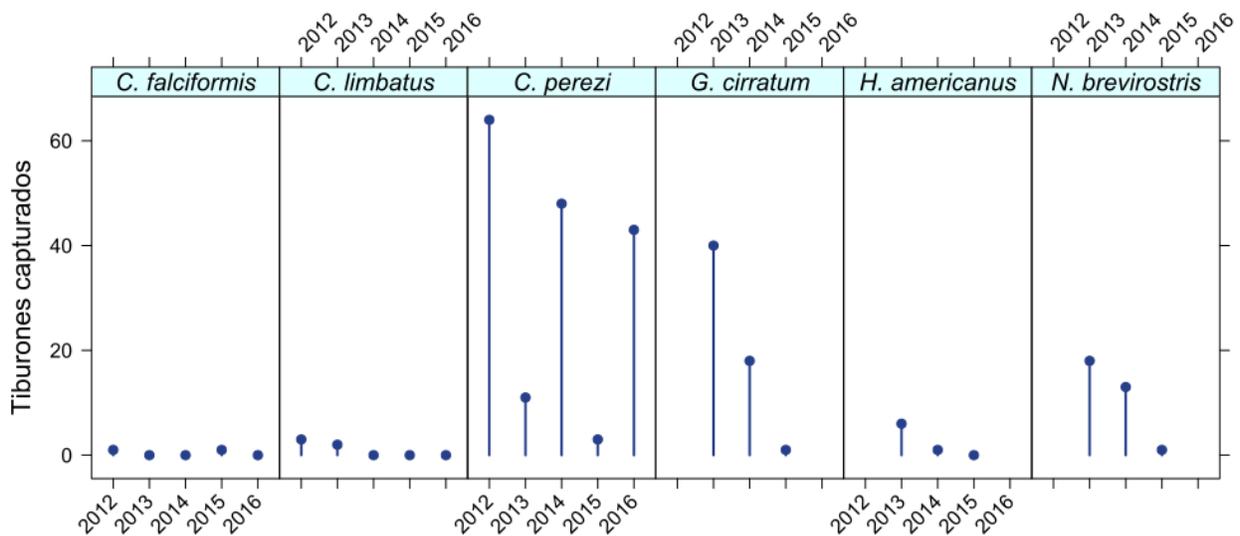


Figura 2. Condrictios capturados en el archipiélago de los Jardines de la Reina en el período 2012-2016. Las capturas corresponden a los tiburones *Carcharhinus falciformis*, *Carcharhinus*

limbatus, *Carcharhinus perezii*, *Ginglymostoma cirratum*, *Negaprion brevirostris* e *Hypanus americanus*. La especie *Urobatis jamaicensis* solo se capturó una vez por lo que no se incluyó en el gráfico.

4.1.2. Capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) por año

Todas las especies presentaron una baja abundancia relativa con la excepción del tiburón cabeza dura. A pesar de la variabilidad que existe en el número de capturas totales, es notable que esta especie tuvo un incremento en la abundancia relativa en los últimos años de muestreo (Fig. 3). Esto se determinó a partir de la prueba estadística Kruskal-Wallis donde se encontraron diferencias significativas entre las CPUE por años ($X^2=52,9$, $gl=4$, $p<0.001$).

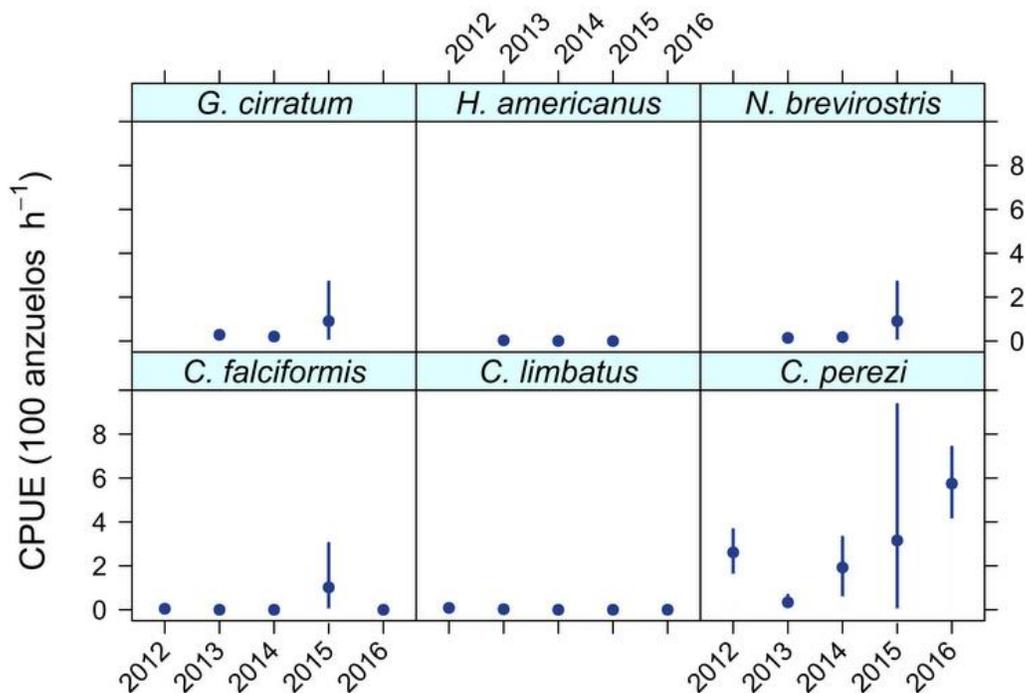


Figura 3. Abundancia relativa de condriictios (CPUE) en el archipiélago de los Jardines de la Reina. Los puntos representan la media y las líneas verticales el 95 % del intervalo de confianza.

4.2. Distribución espacial

4.2.1. Capturas por unidad de esfuerzo en cada zona

La abundancia relativa entre zonas se analizó por separado para las dos artes de pesca (Fig. 4). Existe gran variabilidad entre las CPUE de los palangres y las calas. En los Cayos de Ana María las CPUE presentaron valores similares en ambas artes de pesca. No sucedió así en el golfo de Ana María, donde las calas proporcionaron un mayor número de CPUE que los palangres. Al igual que en el Golfo de Ana Mará, en el Parque Nacional Jardines de la Reina, existe diferencia entre las CPUE de los palangres y las calas. En este caso los de mayor abundancia relativa resultaron ser los palangres. En general, las CPUE aumentaron a medida que aumentó la distancia a la Isla de Cuba. La zona correspondiente al Parque Nacional Jardines de la Reina fue significativamente superior en la abundancia relativa que el Golfo de Ana María y los Cayos de Ana María.

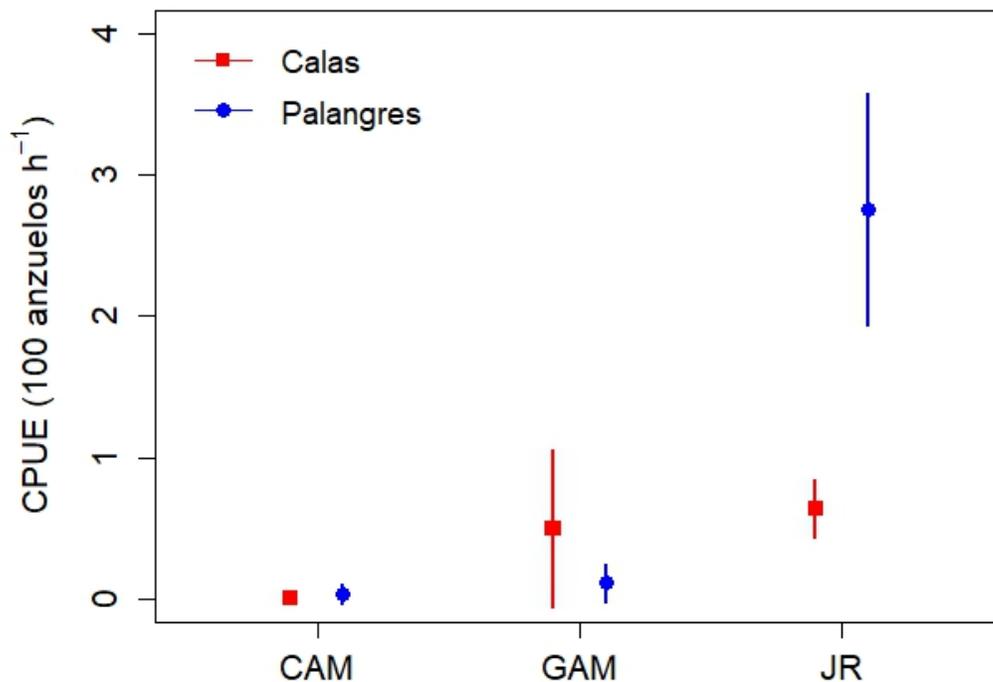


Figura 4. Abundancia relativa de condrictios (CPUE) por zona de trabajo en el archipiélago de los Jardines de la Reina, en el período 2012-2016. Los puntos representan la media y las líneas

verticales el 95 % del intervalo de confianza. CAM: Cayos de Ana María, GAM: Golfo de Ana María, JR: Parque Nacional Jardines de la Reina.

4.2.2. Selección de hábitat por *Carcharhinus perezii*

Dado el elevado número de tiburones capturados de *C. perezii* durante este estudio se realizaron análisis más detallados en cuanto a la selección de hábitats de la especie. Entre los grupos etarios no se observó segregación espacial pues en una misma región conviven ejemplares con edades diferentes. Los individuos se clasificaron atendiendo a la longitud total en tres categorías etarias, de modo que valores de largo total inferiores a 115 cm correspondieron a individuos juveniles, de 115-150 cm a sub-adultos y mayores de 150 cm a adultos maduros (Fig. 5). La mayor coexistencia entre los grupos etarios se registró en la zona central del Parque Nacional Jardines de la Reina correspondiente a Cayo Anclitas.

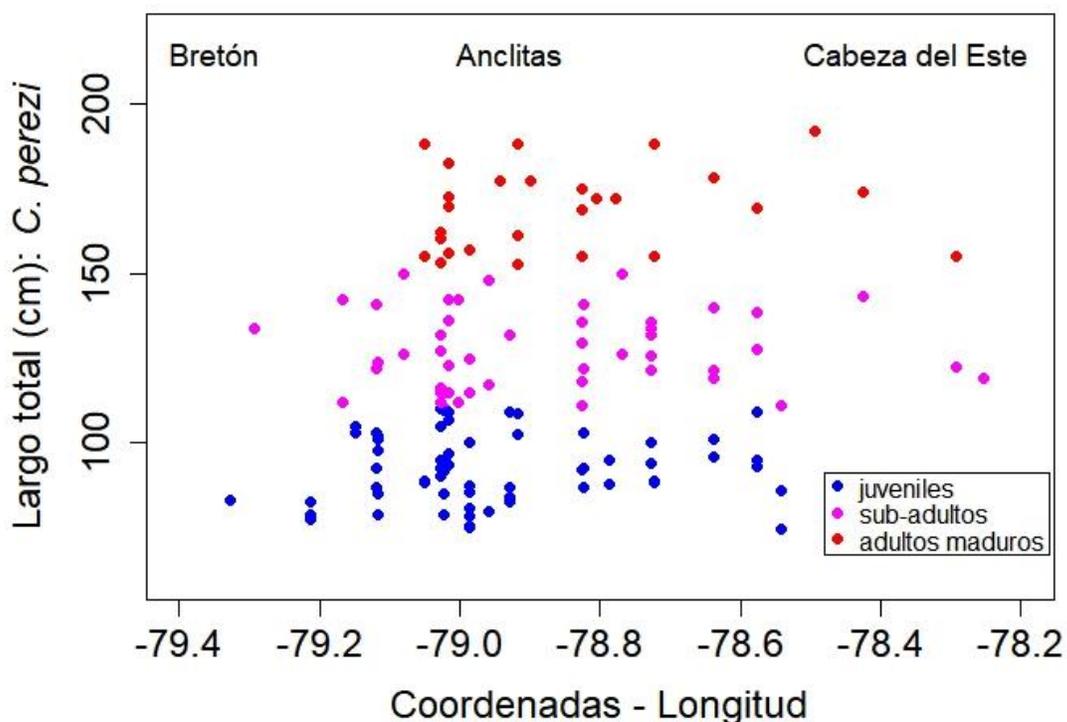


Figura 5. Distribución de *Carcharhinus perezii* según la longitud total y las categorías etarias. En la parte superior se muestran zonas del archipiélago de los Jardines de la Reina: Bretón (zona oeste), Anclitas (centro) y Cabeza del Este (zona este).

En la especie *C. perezii* los individuos más grandes son los machos. Sin embargo, no se observaron diferencias notables en la longitud total de hembras y machos. Ambos sexos se encontraron agrupados en la zona de Anclitas, en el centro del Parque Nacional Jardines de la Reina. En algunos casos se observaron hembras aisladas en la zona este del Parque, pero no es el patrón que siguen la mayoría de los individuos (Fig. 6).

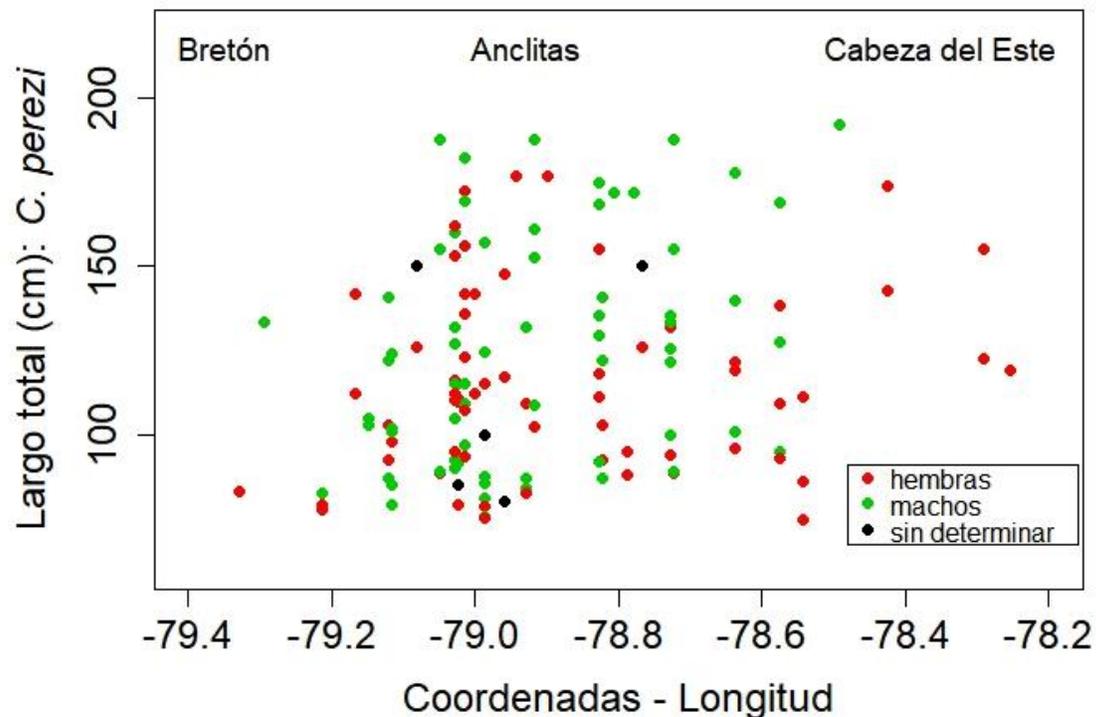


Figura 6. Distribución de *Carcharhinus perezii* según el sexo y la longitud total. En la parte superior se muestran zonas del archipiélago de los Jardines de la Reina: Bretón (zona oeste), Anclitas (centro) y Cabeza del Este (zona este).

4.3. Uso de hábitat

4.3.1. Selección de hábitat

En general, los tiburones en el archipiélago de los Jardines de la Reina usan hábitats diferentes. Los manglares son los sitios de mayor riqueza de especies con la representación de *N. brevirostris*, *G. cirratum*, *H. americanus* y *U. jamaicensis*. Estas especies fueron capturadas únicamente en manglares, mostrando un uso potencial de este hábitat. A su vez, en el canto del

arrecife hubo dos especies capturadas, *C. falciformis* y *C. perezii*, siendo esta última la más abundante. La especie *C. perezii* también fue capturada en fondos lodosos y en pastos marinos, pero no es de gran relevancia pues solo se capturó un individuo en cada hábitat. La especie *C. limbatus* usó hábitats de pastos marinos y parches de coral (Tabla I).

Tabla I. Número de capturas por especie en cada hábitat del archipiélago de los Jardines de la Reina

Especies	Canto del arrecife	Manglar	Fondo lodoso	Parches de coral	Pastos marinos
<i>C. perezii</i>	167	-	1	-	1
<i>C. limbatus</i>	-	-	-	1	4
<i>N. brevirostris</i>	-	32	-	-	-
<i>G. cirratum</i>	-	59	-	-	-
<i>C. falciformis</i>	2	-	-	-	-
<i>H. americanus</i>	-	7	-	-	-
<i>U. jamaicensis</i>	-	1	-	-	-

El árbol de regresión multivariado (MRT) se decidió incluir solo las tres especies de mayor abundancia pues las restantes se encontraron poco representadas. Cuando se incluyeron las cinco variables para la elaboración del árbol, se obtuvo una única división provocada por el hábitat. Para observar influencia de otras variables se decidió excluir el hábitat. Así el árbol presentó tres nodos terminales con las especies que más representaron la división de las ramas (Fig. 7). El MRT demostró que la profundidad es una variable que separa las asociaciones de tiburones. La especie *G. cirratum* se registró a profundidades inferiores a 15,75 m mientras que *N. brevirostris* y *C. perezii* se capturaron generalmente a profundidades mayores de 15,75 m.

Además de la profundidad, la zona es una variable que interviene en las asociaciones de tiburones. Teniendo en cuenta profundidades mayores de 15,75 m, la zona del Golfo de Ana María se encuentra mayormente representada por la especie *N. brevirostris*, sin embargo, en Parque Nacional Jardines de la Reina los mayores registros fueron de *C. perezii*. Las variables

carnada y temperatura no fueron relevantes en la división del árbol pues las tres especies analizadas no presentaron gran afinidad por estas.

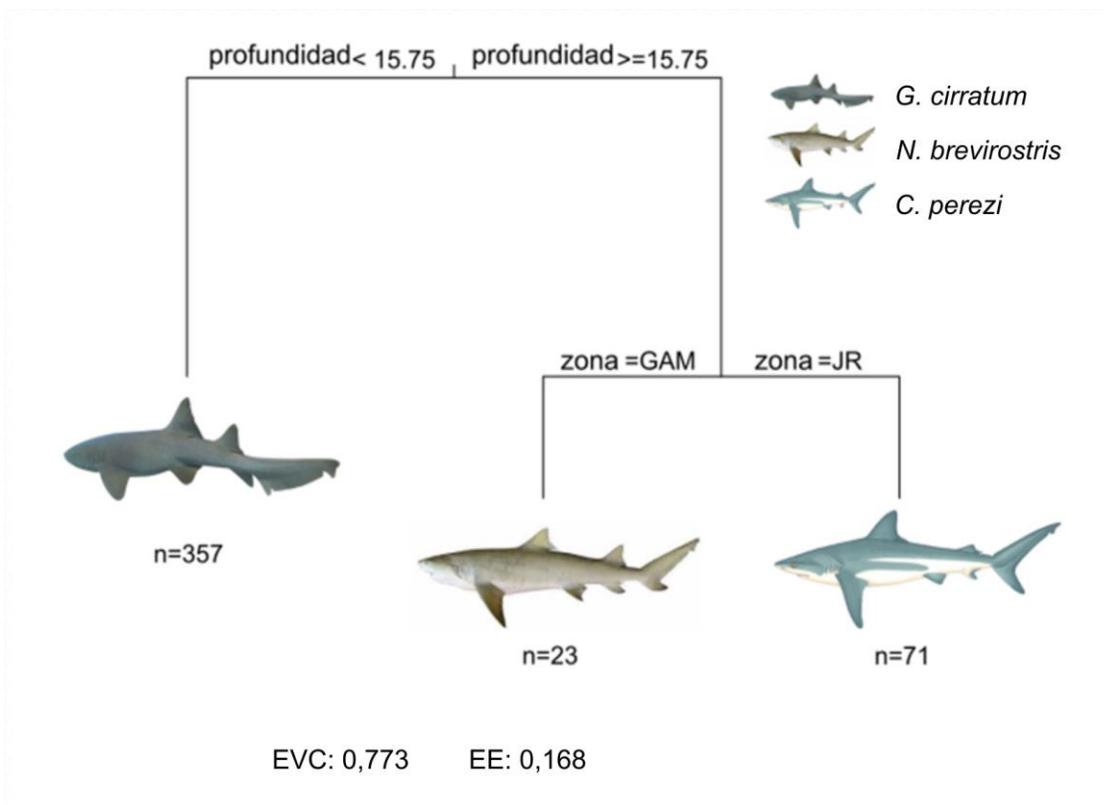


Figura 7. Árbol de regresión multivariado de abundancia de especies de tiburones explicados a partir de cinco variables. Las especies al final de los nodos del árbol fueron las que más contribuyeron a la división del árbol. EVC es el error de validación cruzada, EE el error estándar y n el número de observaciones en cada nodo (tamaño de muestra).

4.3.2. Patrones de movimiento

Existe gran variabilidad en los patrones de movimiento de cinco especies marcadas en el archipiélago de los Jardines de la Reina (Fig. 8). La especie *G. cirratum* generalmente realizó recorridos desde los manglares en el norte del Parque Nacional Jardines de la Reina hacia los Cayos de Ana María, con una distancia máxima de 160 km. Este tiburón no siempre recorrió grandes distancias pues también existen individuos que permanecieron en los límites de la región central del Parque Nacional Jardines de la Reina. El tiburón *C. limbatus* tuvo grandes desplazamientos con movimientos semejantes a *G. cirratum*, pero en este caso la máxima distancia registrada fue de 94 km y el recorrido se encuentra orientado en dirección oeste y un

poco más alejado de la Isla de Cuba. Sin embargo, las tres especies restantes tuvieron patrones de movimiento muy diferentes a los mencionados anteriormente.

El recorrido del *N. brevirostris* es limitado pues se recapturó en el mismo lugar donde se realizó su marcaje. Algo similar ocurre en la región sur central del Parque Nacional Jardines de la Reina con la especie *C. falciformis*, aunque de este se tienen registros de recaptura hasta 20 km fuera del sitio de marcaje. Sin embargo, el tiburón *C. perezii* fue la especie con mayor rango de movimiento registrado durante los cinco años de marcaje. Dicha especie recorrió una distancia máxima de 181 km con movimientos localizados en toda la región sur cercana a los límites del Parque Nacional Jardines de la Reina.

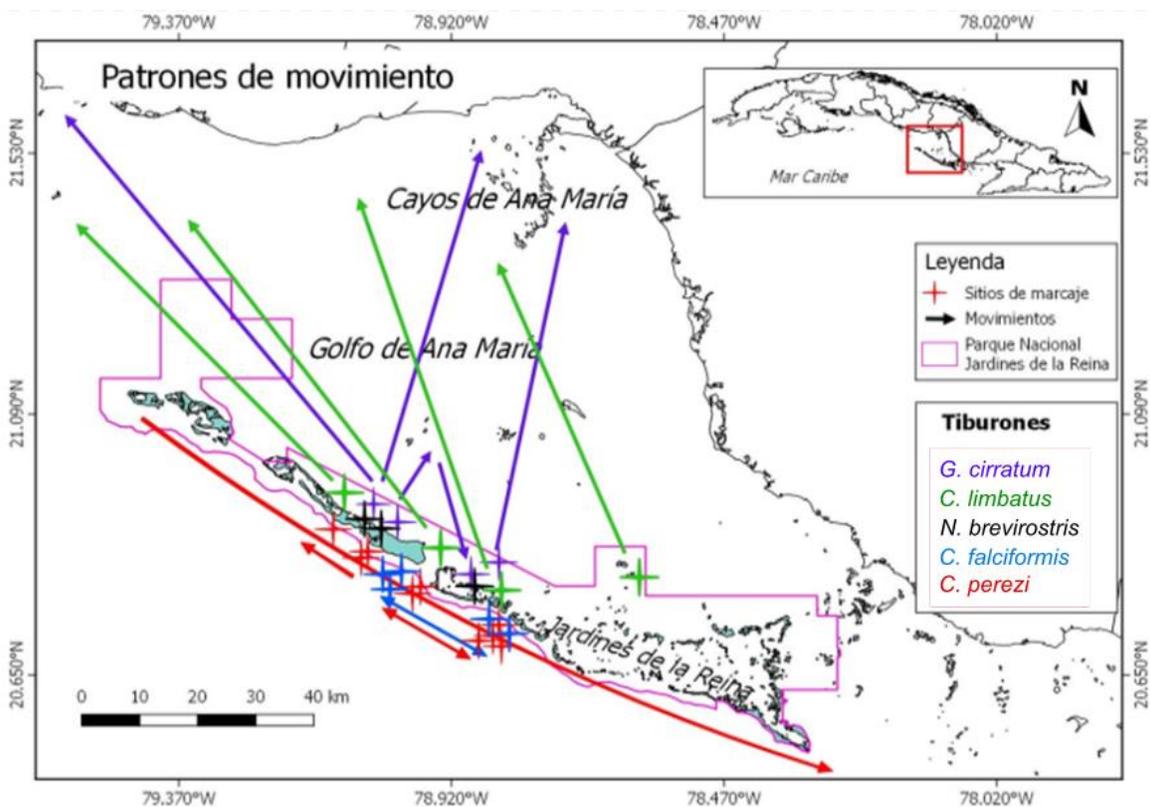


Figura 8. Sitios de marcaje de tiburones y patrones de movimientos registrados en el archipiélago de los Jardines de la Reina en el período 2012-2016. Las especies de tiburones marcados fueron *Ginglimostoma cirratum*, *Carcharhinus limbatus*, *Negaprion brevirostris*, *Carcharhinus falciformis* y *Carcharhinus perezii*.

5. Discusión

5.1. Tiburones en Jardines de la Reina

Los resultados obtenidos muestran que la abundancia de tiburones en el archipiélago de los Jardines de la Reina aparentemente disminuyó a medida que avanzaba el estudio. Esto se debe en gran medida a las diferencias que existen en el esfuerzo de muestreo a lo largo del estudio. En los primeros años (2012 y 2013) hubo un mayor esfuerzo de muestreo mientras que en los últimos años disminuyó considerablemente debido a dificultades logísticas. No obstante, al analizar las capturas sin la variabilidad atribuible a los cambios en el esfuerzo de captura, se observó que la abundancia relativa en realidad se incrementó en los últimos años, es decir, aumentó la proporción de capturas por unidad de esfuerzo. Puede que este aumento esté relacionado con las restricciones pesqueras que existen en determinadas zonas del archipiélago.

La composición de especies observada se comporta de manera similar a otros estudios en el Mar Caribe. Tavares (2009) da a conocer que en el Parque Nacional Los Roques, Venezuela, las especies que se capturaron con mayor frecuencia son *C. limbatus*, *C. perezi*, *N. brevirostris*, *G. cirratum* y *C. falciformis*, coincidiendo con las especies de tiburones capturados en el archipiélago de los Jardines de la Reina. Otra región del Atlántico que resultó con una riqueza de especies similar a los estudios anteriores fue en una reserva marina en Belice (Pikitch *et al.*, 2005). Esto demuestra que las especies capturadas en este estudio se encuentran entre las más frecuentes de la zona central del Atlántico occidental.

La especie con mayor número de capturas fue *C. perezi* lo cual se debe en gran medida a que la mayoría de los individuos se capturaron dentro de los límites del Parque Nacional Jardines de la Reina. Esta área presenta un arrecife de canto, adyacente a zonas de menor profundidad, lo cual Chapman *et al.* (2007) plantea que es una de las características óptimas del hábitat para la especie y otros grandes depredadores. Además, algunos autores plantean que las áreas marinas protegidas son fundamentales para la conservación de *C. perezi* (Garla *et al.*, 2006a; b).

5.2. Distribución espacial

Las divergencias en la abundancia relativa entre zonas se deben a varios factores. Primero a las diferencias existentes en la estructura de cada zona como son: el tipo de hábitat, profundidad y la disponibilidad de recursos lo que permite que cada especie elija un hábitat con características específicas. En segundo lugar, la distancia que existe entre la zona y la isla de Cuba dado que a medida que aumenta la distancia aumenta el número de capturas por unidad de esfuerzo. Por último, el grado de protección que presenta cada zona pues el área con mejor protección resultó ser la de mayor número capturas por unidad de esfuerzo. Tanto la distancia como la protección se encuentran relacionados con la presión antropogénica, a medida que aumentan ambos disminuyen los disturbios causados por el hombre.

El archipiélago de los Jardines de la Reina es un área que presenta gran heterogeneidad de hábitats. Los tiburones se encuentran distribuidos en dependencia del hábitat que encuentren favorable. Por ejemplo, de *C. limbatus* se capturaron individuos aislados en zonas de profundidades entre los 5 y 11 m. Según Castro (1996), esta especie se encuentra en lagunas y zonas estuarinas formando grupos muy pequeños. La limitada distribución de *C. falciformis* se debe a que es una especie que vive en zonas oceánicas a grandes profundidades (Last y Stevens, 2009). Sin embargo, a individuos de *G. cirratum* rara vez se les observó en aguas profundas, pues generalmente seleccionaron hábitats poco profundos donde encuentra refugio de grandes depredadores.

La segregación por grupos etarios y por sexo es un fenómeno que se encuentra con frecuencia en las poblaciones de tiburones (Sims *et al.*, 2005; Mucientes *et al.*, 2009; Speed *et al.*, 2010). En varios estudios la especie *C. perezi* presentó segregación entre grupos etarios. Según Pikitch *et al.* (2005) los juveniles de *C. perezi* se encuentran en zonas cercanas a la costa como las lagunas arrecifales mientras que los adultos de mayor tamaño se encuentran en el arrecife de canto donde existe mayor profundidad. De manera similar, Guttridge *et al.* (2012) plantean que los tiburones más pequeños usan hábitats diferentes para evitar a conespecíficos de mayor tamaño. Chapman *et al.* (2007) plantean que la proporción entre juveniles y adultos también varía entre días y noches pues los tiburones más pequeños evitan a los de mayor tamaño. Tavares (2009) afirma que los tiburones juveniles se capturaron en áreas cercanas a la isla y los adultos de mayores tallas se encontraban en zonas más profundas, sin embargo, podía existir una superposición entre los hábitats usados por ambas categorías etarias.

Un comportamiento diferente se observó en el archipiélago de los Jardines de la Reina pues tanto juveniles como adultos de *C. perezii* se capturaron en la misma zona, sin observar una segregación evidente. Similar a lo que ocurre con las categorías etarias, entre hembras y machos tampoco se observa segregación ya que frecuentan las mismas zonas. La mayor parte de estos individuos fueron capturados en las cercanías de Cayo Anclitas correspondientes a la zona central del Parque Nacional Jardines de la Reina. En esta zona se realizan buceo turístico y para ello se suministra un cebo para atraer a los tiburones.

5.3. Uso de hábitat

Los condriictios son un grupo zoológico que utiliza gran variabilidad de hábitats. Las especies suelen elegir hábitats diferentes en dependencia de sus características biológicas y su comportamiento. En el archipiélago de los Jardines de la Reina los condriictios presentaron un uso diferenciado de hábitats. En áreas donde predomina el arrecife de canto solo se capturaron las especies *C. perezii* y *C. falciformis*. Este hábitat es considerado óptimo para *C. perezii*, por lo que su gran abundancia puede estar provocando el desplazamiento de otras especies. Otra especie que presentó hábitos solitarios fue *C. limbatus*, pero en este caso selecciona hábitats menos profundos como son los pastos marinos y parches de coral. Sin embargo, las especies *G. cirratum*, *N. brevirostris*, *H. americanus* y *U. jamaicensis* logran compartir recursos del manglar pues estos solo fueron capturados en esta área.

Uno de los factores que influyó en la selección de hábitat fue la profundidad. Esta observación concuerda con lo planteado por Tavares (2009) quien afirma que la profundidad es un factor que influye directamente en la composición de las capturas. El autor plantea que la especie *C. perezii* fue capturada a mayores profundidades, fenómeno que también ocurre en el archipiélago de los Jardines de la Reina. La afinidad de *C. perezii* por mayores profundidades que otras especies también fue observada por Pikitch *et al.* (2005) en la laguna profunda en un atolón en Belice. Estos autores también describen el hábitat utilizado por las especies *N. brevirostris* y *G. cirratum* las cuales se encontraron en aguas poco profundas con presencia de praderas de pastos marinos. Algo similar se observó en el presente estudio pues las capturas individuales de *N. brevirostris* y *G. cirratum* se realizaron en profundidades inferiores a 4 m. Esto demuestra que existe un marcado contraste en la selección de hábitats de *C. perezii* con *N. brevirostris* y *G. cirratum*. Es necesario aclarar, que la afinidad de *N. brevirostris* por profundidades mayores a 15 m, mostrada en el análisis de regresión multivariada, se debe a que las calas abarcaron un rango

de profundidades alrededor de los 15 m. Otra especie que se capturó en profundidades inferiores a 4 m fue *H. americanus* resultado que coincide con Aguiar *et al.* (2009), donde plantean que la especie se observa en zonas próximas a playas con poca profundidad. Sin embargo, acota que los adultos de mayor tamaño se encuentran vinculados con el arrecife en aguas más profundas.

Los patrones de movimiento que manifiestan los tiburones suelen tener algunas diferencias en dependencia de la especie. Según Denkinger *et al.* (2013), *C. limbatus* en la Reserva Marina Galápagos, resultó tener muy poco movimiento con un total de 6,5 km, lo cual fue suficiente para visitar dos sitios de crianza diferentes. Distancias mayores fueron reportadas para juveniles de esta especie con un máximo de 46,8 km (Llerena *et al.*, 2015). El presente estudio confirma que *C. limbatus* recorre distancias mayores a las mencionadas anteriormente con un máximo de 64 km. Esto puede que ocurra porque los individuos recapturados son adultos que eventualmente abandonan los sitios de crianza, recorriendo mayores distancias. No obstante, un estudio de la estructura genética de esta especie respalda la presencia de filopatría por los sitios de crianza (Keeney *et al.*, 2005).

Los movimientos de las especies *G. cirratum* y *C. limbatus* dirigido hacia el noroeste del golfo de Ana María, se debe probablemente a la alta productividad biológica de esta zona. De acuerdo con Hurtado *et al.* (2016), en esta zona conviven más del 55 % de las especies endémicas del Caribe y alberga algunos de los más extensos y mejor conservados manglares, pastos marinos y arrecifes de la región. Esta área presenta 979 especies de fauna marina, entre las que se destacan 258 especies de peces. Atendiendo a la gran productividad de esta área es razonable que algunas especies de tiburones se dirijan a la zona para obtener alimento con mayor facilidad. Además, esta región presenta aguas turbias con baja profundidad y un mosaico de hábitats que impide que grandes depredadores frecuenten la zona. Las características propias del golfo de Ana María propician que se considere como un posible sitio de crianza para varias especies de tiburones.

Cuando se analiza el movimiento de la especie *G. cirratum* se observa un gran desplazamiento llegando hasta 160 km, lo cual es poco usual en la especie. Este comportamiento es posible que esté relacionado con la búsqueda de refugio para evitar a los grandes depredadores. Estudios anteriores reflejan que esta especie presenta una fuerte fidelidad de sitio (Compagno, 2001). Cuando nos referimos a la especie *N. brevirostris* hay que tener en cuenta que puede habitar aguas poco profundas alrededor de las cabezas de coral, franjas de manglar, alrededor de muelles, en fondos de arena o fangosos, en arroyos salinos, en espacios cerrados o bahías y en

desembocaduras de ríos (Compagno, 1984). Sin embargo, las observaciones realizadas en el archipiélago de los Jardines de la Reina muestran que *N. brevirostris* presenta una fuerte asociación con los manglares. Los individuos se recapturaron en la misma zona donde se realizó el marcaje inicial, lo cual sugiere la gran fidelidad de sitio. Esto se debe fundamentalmente a que todos los individuos capturados son juveniles los cuales presentan muy poco desplazamiento y se encuentran muy apegados al sitio (Morrissey y Gruber, 1993).

Negaprion brevirostris alcanza la madurez sexual entre los 225 y 235 cm de longitud total (Compagno, 1984; Brown y Gruber, 1988). Esto confirma que los individuos capturados son juveniles ya que solo dos ejemplares presentaban longitud total ligeramente superior a los 200 cm. Aunque se capturaron otras tres especies en los manglares, es posible que *N. brevirostris* se encuentra segregado pues en la zona donde se marcaron no se observaron individuos de otras especies. Una de las razones por las que puede estar ocurriendo este fenómeno es el comportamiento agresivo que muestra la especie hacia otros tiburones.

Al realizar el análisis del movimiento de *C. falciformis* se observa que los individuos se encuentran muy poco distribuidos. En el estudio su distribución se restringe a la zona sur-central del Parque Nacional Jardines de la Reina. Es probable que esta especie se encuentre compitiendo con *C. perezí*, la cual es muy abundante y por tanto restringe el espacio para *C. falciformis*. Sin embargo, en la misma zona pero con la utilización de etiquetas satelitales, Hueter *et al.* (2018) da a conocer que los tiburones de la especie *C. falciformis* durante el día permanece en aguas profundas llegando hasta los 640 m. Los autores plantean que en las mañanas suben a la superficie intermitentemente, lo que puede estar influenciado por el cebo que se utiliza para atraer a los tiburones durante los buceos turísticos. Aunque en el presente estudio se capturaron muy pocos ejemplares de *C. falciformis*, en los buceos usualmente se observan numerosos individuos marcados en el área durante los muestreos.

En la región sur del Parque Nacional Jardines de la Reina existe gran abundancia de *C. perezí*. Sus movimientos ocupan gran parte de la región sur del Parque, pero en su mayoría sin sobrepasar los límites del mismo. Esto refuerza la tesis de que *C. perezí* suele seleccionar las áreas marinas protegidas en particular por ser áreas con pocas perturbaciones. También se debe tener en cuenta que las aguas más profundas se encuentran bordeando la región sur del parque lo cual está muy relacionado con la presencia de esta especie (Chapman *et al.*, 2007). Son varios los estudios que se refieren a la poca movilidad y la fidelidad de sitio que presenta *C. perezí* (Compagno, 2001; Garla *et al.*, 2006; Brooks *et al.*, 2013). El reporte de máxima distancia

recorrida por la especie es de 50 km (Kohler y Turner, 2001; Chapman *et al.*, 2005), sin embargo, en este estudio se registró una distancia entre captura y recaptura de 180 km. Esto puede relacionarse con la competencia intraespecífica debido a su gran abundancia en la zona. También se reafirma la afinidad que muestra por el arrecife de canto pues este hábitat se encuentra bordeando toda la parte sur de los cayos pertenecientes al Parque Nacional Jardines de la Reina.

6. Conclusiones

1. Las poblaciones de tiburones en el archipiélago de los Jardines de la Reina se mantuvieron relativamente estables con excepción de *Carcharhinus perezii*, que presentó un incremento significativo en los últimos años del estudio.
2. La abundancia relativa es mayor a medida que aumentó la distancia a la Isla de Cuba donde el Parque Nacional Jardines de la Reina presentó valores considerablemente superiores a las zonas aledañas.
3. En la población de *C. perezii* no se observaron patrones de segregación por sexo ni por grupos etarios.
4. En el Parque Nacional Jardines de la Reina existen especies de tiburones que se desplazan hacia zonas con influencia de la pesca, mientras que otras solo se mueven dentro del área protegida.

7. Recomendaciones

1. Continuar con el marcaje de tiburones para arribar a conclusiones más robustas.
2. Realizar monitoreos nocturnos para abarcar mayor variabilidad y poder realizar comparaciones temporales a escala más pequeña, días y noches.
3. Extender el marcaje de condricios a otras áreas marinas protegidas.

8. Referencias bibliográficas

- Afonso, P., Fontes, J., Holland, K. N. y Santos, R. S. (2008) Social status determines behaviour and habitat usage in a temperate parrotfish: implications for marine reserve design. *Marine Ecology Progress Series*. 359: 215-227.
- Agra G (2009) Organização social de elasmobrânquios na reserva biológica do Atol das Rocas, Brasil. Dissertation, Universidade Federal de Pernambuco
- Aguiar, A. A., Valentin, J. L. y Rosa, R. S. (2009) Habitat use by *Dasyatis americana* in a south-western Atlantic oceanic island. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 89: 1147-1152.
- Aguilar, C., González-S.G., Hueter, R. E., Rojas, E., Cabrera, Y., Briones, A., Borroto, R., Hernández, A. y Baker, P. (2014) Captura de tiburones en la región noroccidental de Cuba. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 42: 477-487.
- Anderson, D. J. (1982) The home range: a new nonparametric estimation technique. *Ecology Letters*. 63: 103-112.
- Arauz, R., Antoniou, A., Zanella, I., Compagno, L. J. V. y Levine, M. (2007) Reporte de avance: censo de los tiburones del Parque Nacional Marino La Isla del Coco. Area Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC) del Sistema Nacional de Areas de Conservación (SINAC): 21p.
- Bascompte, J., Melián, C. J. y Sala, E. (2005) Interaction strength combinations and the overfishing of a marine food web. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 102: 5443-5447.
- Bond, M. E., Babcock, E. A., Pikitch, E. K., Abercrombie, D. L., Lamb, N. F. y Chapman, D. D. (2012) Reef sharks exhibit site-fidelity and higher relative abundance in marine reserves on the Mesoamerican Barrier Reef. *PLoS ONE*. 7: e32983.
- Bonfil, R. (1997) Status of shark resources in the Southern Gulf of Mexico and Caribbean: implications for management. *Fisheries Research*. 29: 101-117.

- Börger, L., Dalziel, B. D. y Fryxell, J. M. (2008) Are there general mechanisms of animal home range behaviour? A review and prospects for future research. *Ecology Letters*. 11: 637-650.
- Borroto, R. (2011) *La pesquería de tiburones con palangre de deriva en la base de pesca de Cojímar*. Universidad de la Habana, pp. 62.
- Briones, A. (2011) *La pesca de tiburones en Cuba: Estudio piloto en la unidad "Carmelo Barrios" de Cabaña*. Universidad de la Habana, pp. 73.
- Brock, R. J., Kenchington, E. y Martínez Arroyo, A. (2012) Directrices científicas para la creación de redes de Áreas Marinas Protegidas en un contexto de cambio climático. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, pp. 6.
- Brooks, E. J., Sims, D. W., Danylchuk, A. J. y Sloman, K. A. (2013) Seasonal abundance, philopatry and demographic structure of Caribbean reef shark (*Carcharhinus perezii*) assemblages in the north-east Exuma Sound, The Bahamas. *Marine Biology*. 160: 2535-2546.
- Brown, C. A. y Gruber, S. H. (1988) Age assessment of the lemon shark, *Negaprion brevirostris*, using tetracycline validated vertebral centra. *Copeia*. 3: 747-753.
- Caldas, J. P. y López-García, J. (2011) Guía para la identificación de especies de tiburones, rayas y quimeras de Colombia. *Fundación Squalus* 11-19.
- Carlson, J. K. (1999) Occurrence of neonate and juvenile sandbar sharks, *Carcharhinus plumbeus*, in the northeastern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*. 97: 387-391.
- Carter, D. W. (2003) Protected areas in marine resource management: another look at the economics and research issues. *Ocean & Coastal Management*. 46: 439-456.
- Castro, J. I. (1993) The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Environmental Biology of Fishes*. 38: 37-48.
- Castro, J. I. (1996) Biology of the blacktip shark, *Carcharhinus limbatus*, off the southeastern United States. *Bulletin of Marine Science*. 59: 508-522.
- Castro, J. I. (2010) *The sharks of north America*. Oxford University Press.

- Cesar, H., Lundin, C. G., Bettencourt, S. y Dixon, J. (1997) Indonesian coral reef - An economic analysis of a precious but threatened resource. *Ocean & Coastal Management*. 26(1): 345-350.
- Chapman, D. D., Pikitch, E. K., Babcock, E. A. y Shivji, M. S. (2005) Marine reserve design and evaluation using automated acoustic telemetry: a case-study involving coral reef-associated sharks in the Mesoamerican Caribbean. *Marine Technology Society Journal*. 39: 42-55.
- Chapman, D. D., Pikitch, E. K., Babcock, E. A. y Shivji, M. S. (2007) Deep-diving and diel changes in vertical habitat use by Caribbean reef sharks *Carcharhinus perezii*. *Marine Ecology Progress Series*. 344: 271-275.
- Chin, A., Tobin, A., Simpfendorfer, C. A. y Heupel, M. R. (2012) Reef sharks and inshore habitats: patterns of occurrence and implications for vulnerability. *Marine Ecology Progress Series*. 460: 115-125.
- Claro, R. y Robertson, D. R. (2010) *Los peces de Cuba* (CD-ROM). La Habana, Cuba. Instituto de Oceanología de Cuba, CITMA. ISBN.
- Compagno, L. J. V. (1984) Sharks of the world. An annotated and illustrated catalog of shark species known to date. FAO species catalog, Hexanchiformes to Lamniformes. 4(1): 249.
- Compagno, L. J. V. (2001) *Sharks of the world: an annotated and illustrated catalogue of shark species known to date*. Food & Agriculture Org.
- Compagno, L. J. V., Last, P. R., Stevens, J. D. y Alava, M. N. R. (2005) Checklist of Philippine chondrichthyes. *CSIRO Marine Laboratories Report*. 243: 1-103.
- Conrad, W. (2011) *Behavioural and trophic ecology of reef sharks at Ningaloo Reef, Western Australia*. Universidad Charles Darwin. Darwin, Australia.
- Cooper, J. W. (1978) Home range criteria based on temporal stability of areal occupation. *Journal of Theoretical Biology*. 73: 687-695.
- De'ath, G. y Fabricius, K. E. (2000) Classification and regression trees: a powerful yet simple technique for ecological data analysis. *Ecology*. 81: 3178-3192.

- De'ath, G., Fabricius, K. E., Sweatman, H. y Puotinen, M. (2012): The 27-year decline of coral cover on the Great Barrier Reef and its causes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 109: 17995-17999.
- Denkinger, J., Parra, M., Muñoz, J. P., Carrasco, C., Murillo, J. C., Espinosa, E., Rubianes, F. y Koch, V. (2013) Are boat strikes a threat to sea turtles in the Galapagos Marine Reserve? *Ocean & Coastal Management*. 80: 29-35.
- Driggers, W. B., Hoffmayer, E. R., Hickerson, E. L., Martin, T. L. y Gledhill, C. T. (2011) Validating the occurrence of Caribbean reef sharks, *Carcharhinus perezi* (Poey), (Chondrichthyes: Carcharhiniformes) in the northern Gulf of Mexico, with a key for sharks of the family Carcharhinidae inhabiting the region. *Zootaxa*. 2933: 65–68.
- Espinosa, L. (1997) Estado de explotación y perspectivas del recurso tiburón en Cuba. 1ª Reunión Nacional de Biodiversidad Marina, Inst. *Oceanología*. 26-27.
- Espinoza, M., Cappel, M., Heupel, M. R., Tobin, A. J. y Simpfendorfer, C. A. (2014) Quantifying shark distribution patterns and species-habitat associations: implications of marine park zoning. *PLoS ONE*. 9: e106885.
- Feldheim, K. A., Gruber, S. H. y Ashley, M. V. (2002) The breeding biology of lemon sharks at a tropical nursery lagoon. *Proceedings of the Royal Society of London B. Biological Sciences*. 269: 1655-1661.
- Ferretti, F., Worm, B., Britten, G. L., Heithaus, M. R. y Lotze, H. K. (2010) Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology Letters*. 13: 1055-1071.
- Figueredo-Martín, T., Pina-Amargós, F., Angulo-Valdés, J. y Gómez-Fernández, R. (2010) Buceo contemplativo en jardines de la reina, Cuba: caracterización y percepción sobre el estado de conservación del área. *Revista de Investigaciones Marinas*. 31(1): 23-32.
- Fowler, S.L., Cavanagh, R.D., Camhi, M., Burgess, G.H., Cailliet, G.M., Fordham, S.V., Simpfendorfer, C.A. and Musick, J.A.(2005). *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes*. IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. x + 461 pp.
- Froeschke, J., Stunz, G. W. y Wildhaber, M. L. (2010) Environmental influences on the occurrence of coastal sharks in estuarine waters. *Marine Ecology Progress Series*. 407: 279-292.

- Gallagher, A. J. y Hammerschlag, N. (2011) Global shark currency: the distribution, frequency, and economic value of shark ecotourism. *Current Issues in Tourism*. 14: 797-812.
- Garla, R. C., Chapman, D. D., Wetherbee, B. M. y Shivji, M. S. (2006) Movement patterns of young Caribbean reef sharks, *Carcharhinus perezi*, at Fernando de Noronha Archipelago, Brazil: the potential of marine protected areas for conservation of a nursery ground. *Marine Biology*. 149: 189–199.
- Goldman, K. J. y Anderson, S. D. (1999) Space utilization and swimming depth of white sharks, *Carcharodon carcharias*, at the South Farallon Islands, central California. *Environmental Biology of Fishes*. 56: 351-364.
- Graham, R. y Burgess, G. (2004) Abundance and Diversity of Reef-Associated Sharks at the Gladden Spit Marine Reserve, Belize-Preliminary Results. Report to the Department of Fisheries and Friends of Nature, Belize. 10 p.
- Guisande, C., Patti, B., Vaamonde, A., Manjarrés-Hernández, A., Pelayo-Villamil, P., García-Roselló, E., González-Dacosta, J., Heine, J. y Granado-Lorencio, C. (2013) Factors affecting species richness of marine elasmobranchs. *Biodiversity and Conservation*. 22: 1703-1714.
- Guitart, D. J. (1968) Guía para los tiburones de aguas cubanas: (con notas adicionales sobre los del Golfo de México, Mar Caribe y Océano Atlántico cerca de Cuba). *Serie Oceanologica*. 1: 1-63.
- Guitart, D. J. (1975) Las Pesquerías Pelágico-Oceánicas de Corto Radio de Acción en la Región Noroccidental de Cuba. Academia de Ciencia de Cuba, Instituto de Oceanología. La Habana, Cuba. 26 p. .
- Guitart, D. J. (1979) *Sinopsis de los peces marinos de Cuba*. Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba. pp. 9-68.
- Guitart, D. J. (1983) *Los Tiburones*. Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba. 57 p.
- Guttridge, T. L., Gruber, S. H., Franks, B. R., Kessel, S. T., Gledhill, K. S., Uphill, J., Krause, J. y Sims, D. W. (2012) Deep danger: intra-specific predation risk influences habitat use and aggregation formation of juvenile lemon sharks *Negaprion brevirostris*. *Marine Ecology Progress Series*. 445: 279-291.

- Hall, L. S., Krausman, P. R. y Morrison, M. L. (1997) The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*. 25(1): 173-182.
- Harry, A. V., Tobin, A. J., Simpfendorfer, C. A., Welch, D. J., Mapleston, A., White, J., Williams, A. J. y Stapley, J. (2011) Evaluating catch and mitigating risk in a multispecies, tropical, inshore shark fishery within the Great Barrier Reef World Heritage Area. *Marine and Freshwater Research*. 62: 710-721.
- Heithaus, M. R. (2001) Predator–prey and competitive interactions between sharks (order Selachii) and dolphins (suborder Odontoceti): a review. *Journal of Zoology*. 253: 53-68.
- Heithaus, M. R., Dill, L., Marshall, G. y Buhleier, B. (2002) Habitat use and foraging behavior of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) in a seagrass ecosystem. *Marine Biology*. 140: 237-248.
- Heithaus, M. R. (2007) Nursery areas as essential shark habitats: a theoretical perspective. *American Fisheries Society*. 50: 3-13.
- Hernández-Betancourt, A. y Vejerano, R. B. (2010) La pesquería de tiburones con palangre de deriva nocturno en la base de pesca de Cojímar, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*. 24.
- Heupel, M. R., Carlson, J. K. y Simpfendorfer, C. A. (2007) Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. *Marine Ecology Progress Series*. 337: 287-297.
- Heupel, M. R., Simpfendorfer, C. A. y Fitzpatrick, R. (2010) Large–scale movement and reef fidelity of grey reef sharks. *PLoS ONE*. 5: e9650.
- Hidalgo Ceruto, Y. (2015) Áreas Marinas Protegidas en Cuba: importantes elementos de un sistema nacional para la conservación.
- Hueter, R. E., Heupel, M. R., Heist, E. J. y Keeney, D. B. (2005) Evidence of philopatry in sharks and implications for the management of shark fisheries. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*. 35: 239-247.
- Hueter, R. E. y Tyminski, J. P. (2007) Species-specific distribution and habitat characteristics of shark nurseries in Gulf of Mexico waters off peninsular Florida and Texas. American Fisheries Society Symposium. *American Fisheries Society*. 94: 345-358.

- Hueter, R. E., Tyminski, J. P., Pina-Amargós, F., Morris, J. J., Abierno, A. R., Angulo Valdés, J. A. y López Fernández, N. (2018) Movements of three female silky sharks (*Carcharhinus falciformis*) as tracked by satellite-linked tags off the Caribbean coast of Cuba. *Bulletin of Marine Science*. 94: 345-358.
- Hurtado, E., Díaz, I. R. y Gómez, S. V. (2016) Análisis de la productividad pesquera de la plataforma suroriental de Cuba. *REVISTA CUBANA DE INVESTIGACIONES PESQUERAS*. 33(1): 43-52.
- Janz, N. (2005) The relationship between habitat selection and preference for adult and larval food resources in the polyphagous butterfly *Vanessa cardui* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Journal of Insect Behavior*. 18: 767-780.
- Jennrich, R. I. y Turner, F. B. (1969) Measurement of non-circular home range. *Journal of Theoretical Biology*. 22: 227-237.
- Keeney, D. B., Heupel, M. R., Hueter, R. E. y Heist, E. J. (2005) Microsatellite and mitochondrial DNA analyses of the genetic structure of blacktip shark (*Carcharhinus limbatus*) nurseries in the northwestern Atlantic, Gulf of Mexico, and Caribbean Sea. *Molecular Ecology*. 14: 1911-1923.
- Kohler, N. E. y Turner, P. A. (2001) Shark tagging: a review of conventional methods and studies. *Environmental Biology of Fishes*. 60: 191-223.
- Lamilla, J. y Bustamante, C. (2005) Guía para el reconocimiento de: tiburones, rayas y quimeras de Chile. *Oceana*. 17: 1-80.
- Last, P.R. & Stevens, J.D. (2009) *Sharks and Rays of Australia* Fisheries Research & Development Corporation, 513 pp.
- Llerena, Y. (2009) *Identificación de tiburones juveniles y caracterización de sus hábitats en las zonas costeras de pesca de la isla San Cristóbal–Reserva Marina De Galápagos*. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Llerena, Y., Peñaherrera, C., Espinoza, E., Hirschfeld, M., Wolff, M. y Vinueza, L. (2015) Áreas de crianza de tiburones punta negra (*Carcharhinus limbatus*) en zonas de manglar en la parte central del archipiélago de Galápagos. pp. 103-110. En: Informe Galápagos 2013-2014. DPNG, CGREG, FCD y GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

- López, A. (2012) *Identificación, evaluación y manejo de hábitats críticos utilizados por el tiburón martillo, Sphyrna lewini, y otros elasmobranquios en Golfo Dulce, Costa Rica* Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Lucifora, L. O., García, V. B. y Worm, B. (2011) Global diversity hotspots and conservation priorities for sharks. *PloS ONE*. 6: e19356.
- Martín Blanco, F., González Sansón, G., Pina Amargós, F. y Clero Alonso, L. (2010) Abundance, distribution and size structure of *Diadema antillarum* (Echinodermata: Diadematidae) in South Eastern Cuban coral reefs. *Revista de Biología Tropical*. 58: 663-676.
- McCandless, C. T., Kohler, N. E. y Pratt, H. L. (2007) Shark nursery grounds of the Gulf of Mexico and the east coast waters of the United States. *American Fisheries Society Symposium*. 50: 45-62.
- Menni, R. C., Jaureguizar, A. J., Stehmann, M. F. W. y Lucifora, L. O. (2010) Marine biodiversity at the community level: zoogeography of sharks, skates, rays and chimaeras in the southwestern Atlantic. *Biodiversity and Conservation*. 19: 775-796.
- Montenegro, J. y Acosta, A. (2008) Programa innovador para evaluar uso y preferencia de hábitat. *Universitas Scientiarum*. 13: 208-217.
- Morrissey, J. F. y Gruber, S. H. (1993) Home range of juvenile lemon sharks, *Negaprion brevirostris*. *Copeia*. 1993(2): 425-434.
- Mucientes, G. R., Queiroz, N., Sousa, L. L., Tarroso, P. y Sims, D. W. (2009) Sexual segregation of pelagic sharks and the potential threat from fisheries. *Biology Letters*. DOI: 10.1098/rsbl.2008.0761
- Musick, J. A., Burgess, G., Cailliet, G., Camhi, M. y Fordham, S. (2000) Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). *Fisheries*. 25: 9-13.
- Myers, R., Baum, J., Shepherd, T., Powers, S., Peterson, C. y (2007) Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science*. 315: 1846-1850.
- Myers, R. A. y Worm, B. (2003) Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature*. 423: 280-283.

- Núñez, N. E. (2008) *Tiburones: conservación, pesca y comercio internacional: Sharks: conservation, fishing and international trade*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Centro de Publicaciones. España, 117 pp.
- Olivera, Y., Pina-Amargós, F. y Graham, R. (2018) Marcaje de tiburones en el archipiélago de los Jardines de la Reina. Resumen Ejecutivo. Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros, Cuba. 18 pp.
- Olsen, A. M. (1954) The Biology, Migration, and Growth Rate of the School Shark, *Galeorhinus australis* (Macleay)(Carcharhanidae) in the South-eastern Australian Waters. *Marine and Freshwater Research*. 5: 353-410.
- PAN-Tiburones. (2015) Plan Nacional de Manejo y Conservación de Condrictios de la República de Cuba. Ministerio de la Industria Alimentaria, La Habana, Cuba. pp. 50.
- Pickard, A. E., Vaudo, J. J., Wetherbee, B. M., Nemeth, R. S., Blondeau, J. B., Kadison, E. A. y Shivji, M. S. (2016) Comparative use of a Caribbean mesophotic coral ecosystem and association with fish spawning aggregations by three species of shark. *PloS one*. 11: e0151221.
- Pikitch, E. K., Chapman, D. D., Babcock, E. A. y Shivji, M. S. (2005) Habitat use and demographic population structure of elasmobranchs at a Caribbean atoll (Glover's Reef, Belize). *Marine Ecology Progress Series*. 302: 187-197.
- Pina-Amargós, F. (2008) *Efectividad de la Reserva Marina Jardines de la Reina en la conservación de la ictiofauna*. Universidad de la Habana.
- Pina-Amargós, F., Salvat Torres, H., Angulo Valdés, J. A., Cabrera Páez, Y. y García-Machado, E. (2012) Ictiofauna del golfo de ana María, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*. 32(2): 45-53.
- Pina Amargós, F., Clero Alonso, L., Martín Blanco, F., Hernández Fernández, L., Acosta de la Red, W., Cabreja Ávila, L., Alcolado Menéndez, P. M., Claro Madruga, R., Cantelar Ramos, K. y González Ferrer, S. (2006) Biotas marina del ecosistema Jardines de la Reina. *En: Ecosistemas costeros: biodiversidad y gestión de recursos naturales*. Compilación por el XV Aniversario del CIEC. Sección II. Ecosistema Jardines de la Reina. CIEC. Editorial CUJAE. ISBN: 959-261-254-4.

- R-Core-Team (2017) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rizzari, J. R., Frisch, A. J. y Magnenat, K. A. (2014) Diversity, abundance, and distribution of reef sharks on outer-shelf reefs of the Great Barrier Reef, Australia. *Marine biology*. 161: 2847-2855.
- Robbins, W. D., Hisano, M., Connolly, S. R. y Choat, J. H. (2006) Ongoing collapse of coral-reef shark populations. *Current Biology*. 16: 2314-2319.
- Roberts, C. M., Bohnsack, J. A., Gell, F., Hawkins, J. P. y Goodridge, R. (2001) Effects of marine reserves on adjacent fisheries. *Science*. 294: 1920-1923.
- Roff, G., Doropoulos, C., Rogers, A., Bozec, Y. M., Krueck, N. C., Aurellado, E., Priest, M., Birrell, C. y Mumby, P. J. (2016) The ecological role of sharks on coral reefs. *Trends in Ecology & Evolution*. 31: 395-407.
- Sale, P. F. (2008) Management of coral reefs: where we have gone wrong and what we can do about it. *Marine Pollution Bulletin*. 56: 805-809.
- Simpfendorfer, C. A. y Milward, N. E. (1993) Utilisation of a tropical bay as a nursery area by sharks of the families Carcharhinidae and Sphyrnidae. *Environmental Biology of Fishes*. 37: 337-345.
- Simpfendorfer, C. A. y Heupel, M.R. (2004) Assessing habitat use and movement. *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press, Boca Raton. 2004: 553-572.
- Sims, D. W., Southall, E. J., Wearmouth, V. J., Hutchinson, N., Budd, G. C. y Morritt, D. (2005) Refuging behaviour in the nursehound *Scyliorhinus stellaris* (Chondrichthyes: Elasmobranchii): preliminary evidence from acoustic telemetry. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 85: 1137-1140.
- Speed, C. W., Field, I. C., Meekan, M. G. y Bradshaw, C. J. A. (2010) Complexities of coastal shark movements and their implications for management. *Marine Ecology Progress Series*. 408: 275-293.

- Tavares, R. (2009) Fishery biology of the Caribbean reef sharks, *Carcharhinus perezi* (Poey, 1876), in a Caribbean insular platform: Los Roques Archipelago National Park, Venezuela. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*. 4: 500-512.
- Tillett, B. J., Meekan, M. G., Field, I. C., Thorburn, D. C. y Ovenden, J. R. (2012) Evidence for reproductive philopatry in the bull shark *Carcharhinus leucas*. *Journal of Fish Biology*. 80: 2140-2158.
- Vaudo, J. (2011) *Habitat use and foraging ecology of a batoid community in Shark Bay, Western Australia*. Universidad Internacional de la Florida.
- Ward-Paige, C. A., Keith, D. M., Worm, B. y Lotze, H. K. (2012) Recovery potential and conservation options for elasmobranchs. *Journal of Fish Biology*. 80: 1844-1869.
- Wilson, S. K., Graham, N. A., Pratchett, M. S., Jones, G. P. y Polunin, N. V. C. (2006) Multiple disturbances and the global degradation of coral reefs: are reef fishes at risk or resilient? *Global Change Biology*. 12: 2220-2234.
- Worton, B. J. (1987) A review of models of home range for animal movement. *Ecological modelling*. 38: 277-298.