



**DEFINICIÓN DE CALADEROS COMO ÁREAS DE CRIANZA PARA TIBURONES EN
ISLA FUERTE, BOLIVAR – CARIBE COLOMBIANO**

Jonatan Salazar Rodríguez

Pontificia Universidad Javeriana

Bogotá, Colombia

2012



**DEFINICIÓN DE CALADEROS COMO ÁREAS DE CRIANZA PARA TIBURONES EN
ISLA FUERTE, BOLIVAR – CARIBE COLOMBIANO**

Jonatan Salazar Rodríguez

Andrea Forero Ruiz

Directora Carrera de Biología

Ingrid Schuler PhD

Decana Académica Facultad de Ciencias



**DEFINICIÓN DE CALADEROS COMO ÁREAS DE CRIANZA PARA TIBURONES EN
ISLA FUERTE, BOLIVAR – CARIBE COLOMBIANO**

Jonatan Salazar Rodríguez

Fabio Gómez D. MSc
Director

Javier Maldonado O. PhD
Jurado



Nota de Advertencia

Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velara por que no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.



Para todas aquellas personas que en verdad creyeron en mí,
y especialmente para todas aquellas que me pidieron que renunciara.
...Canallas



AGRADECIMIENTOS

A las personas de Isla Fuerte, especialmente a la familia Florez (Juan Florez, Agustina Florez, Juan Manuel Florez, JeisonFlores y MayerlyFlores) que sin su apoyo y gran ayuda, el muestreo no hubiese sido posible. La única familia que en verdad resumen ser buenas personas en la isla.

A Laura Laguna y Santiago Granados por su acompañamiento en las noches de muestreo al igual que a Yilson “El Pingo”.

A Ana María Carvajal, por el acompañamiento en el muestreo y sus muchas correcciones en el presente trabajo.

A Catalina Pimiento e PhD, por la facilitación de literatura y las correcciones del manuscrito.

A Fabio Gómez, amigo, mentor y director de este trabajo de grado, por sus consejos e incontables anécdotas y enseñanzas.

Al Grupo Javeriano de Investigación en Tiburones, el cual fundé en conjunto con otras personas que hoy no se encuentran, y al que le he dedicado los últimos 4 años de trabajo, sueños, expectativas y sueños. Gracias a ustedes hoy cumplo uno de mis sueños.

A Michael Castellanos, mi mejor amigo, hermano de batalla, quien desde la lejanía manda la mejor energía para poder realizar todos mis proyectos.

Por último, pero no menos importantes a mis padres, puesto que fue gracias a ellos que pude continuar mis estudios, por su comprensión, apoyo incondicional e incluso por levantarme cuando no veía más salidas.

A todos ustedes... ¡GRACIAS!



TABLA DE CONTENIDO

1. Resumen	9
2. Introducción	10
3. Planteamiento del problema	11
4. Justificación	13
5. Marco Conceptual	14
5.1. Áreas de Crianza	14
6. Objetivos	15
6.1. General	15
6.2. Específicos	15
7. Materiales y Métodos	16
7.1. Área de Estudio	16
8. Resultados y Discusión	22
8.1. El Norte	22
8.2. Bushnell	26
8.3. El Inglés	27
8.4. Socorro	27
9. Conclusiones y Recomendaciones	29
10. Bibliografía citada	30
11. Anexos	37

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de Isla Fuerte y los caladeros a estudio, tomado de Google earth.	17
Figura 2. Individuos de neonatos + juveniles <i>vs.</i> adultos en los diferentes caladeros desde 2004 hasta 2012.	23
Figura 3. A. <i>Carcharbinuslimbatus</i> B. <i>Rhizoprionodonporosus</i>	23
Figura 4. Índices de madurez sexual en el caladero el Norte para <i>Carcharbinuslimbatus</i>	24
Figura 5. Índices de madurez sexual en el caladero el Norte para <i>Rhizoprionodonporosus</i>	25
Figura6. <i>Carcharbinusperezi</i>	26



Índice de tablas

Tabla 1. Períodos climáticos en los años de muestreo (2004-2012) en Isla Fuerte.

Las franjas de colores representan las épocas de muestreo. Amarillo: 2004. Azul oscuro: 2005. Rojo: 2006. Verde: 2007. Azul claro: 2008. Morado: 2009. Naranja: 2012. Los años 2010 y 2011 no aparecen puesto que no se realizó muestreo para estos años.18

Tabla 2. Análisis de frecuencias (tomado de Ramírez, 1999).19

Tabla 3. Escala de desarrollo gonadal adaptada para condrictios (tomada de Vishnoff, 2008)20



RESUMEN

En el mundo existen 370 especies de tiburones, de las cuales en el Caribe colombiano se han registrado²⁴. Como consecuencia de la intervención antrópica, tanto en Colombia como en el mundo, las poblaciones se han reducido a más del 90%, llegando a hablar de extinción local en algunos casos. Una de las principales causas de declinación de poblaciones de especies de tiburones ha sido la gran demanda de sus aletas, puesto que estas son un plato exótico en Asia, con valor elevado en el mercado negro, precio que muchos pescadores no se niegan en recibir, todo esto sumado a los mitos que surgen alrededor del tiburón, al miedo que los humanos le tienen y a otras actividades antrópicas.

Los tiburones usan diferentes áreas a lo largo de su vida dándoles diferentes usos (reproducción, crianza, crecimiento y alimentación). En las áreas de crianza pasan sus primeros años de vida, al ser un lugar somero y con abundantes presas, les brindan refugio y alimentación mientras crecen. Para poder identificar dichas áreas se evalúa la proporción de neonatos y juveniles frente a la de adultos, la permanencia de los tiburones en las áreas a través de los años y que estos se encuentren más en esa área que en otro lugar. En Colombia no se han identificado cuáles son estas áreas. Una vez conocidas, pueden dárseles una prioridad de conservación.

En el Caribe colombiano si se ha demostrado que las poblaciones de tiburones han disminuido drásticamente, es por eso que el objetivo principal de este trabajo es definir los caladeros de pesca como áreas de crianza en Isla Fuerte, Bolívar, ubicada al Sur del Golfo de Morrosquillo. Para lo cual se evaluó la permanencia de los juveniles y neonatos en los lugares a estudio, la proporción de estos frente a la de adultos y la frecuencia con que estos se han registrado en la pesca científica y artesanal. Para ello se hizo el seguimiento de la pesca y el análisis de datos de pesca (2004 – 2012), además se estudió la permanencia en cuatro caladeros donde hay alta pesca de tiburones. Resultando uno de los cuatro caladeros ser un área de crianza, mientras que los otros, aunque son áreas esenciales para los tiburones, no son áreas de crianza.



INTRODUCCIÓN

Los tiburones usan diferentes áreas a lo largo de su vida, denominadas áreas esenciales, en las cuales existen diferentes usos, como alimentación, reproducción y crianza, son en estas dónde pasan sus primeros años de vida y luego salen de ahí para comenzar su vida adulta. Algunos autores sugieren que dichas áreas se pueden sobrelapar dada la condición y las diferentes historias de vida de las especies de tiburones. Las áreas de crianza son el motivo principal en este estudio, puesto que es ahí donde se encuentran neonatos y/o juveniles.

Los tiburones están en el tope de la cadena trófica y al retirarlos de esta, se genera un desequilibrio en la misma, las abundancias de otros organismos se disparan, generando problemas ambientales y ecológicos, debido a esto surge la necesidad de proteger estos animales, y es así que nace el Plan de Acción Internacional en Tiburones, Rayas y Quimeras (PAI), de quien se apoya el PAN tiburones (Plan de Acción Nacional en Tiburones, Rayas y Quimeras) que cada país adopta, generando varias líneas de investigación para proteger y conservar los tiburones. Dentro del PAN tiburones Colombia, en la línea de investigación bioecológica, existe la prioridad de estudiar las áreas de crianza de los tiburones.

Isla Fuerte, es una zona que por mucho tiempo se ha caracterizado por su actividad pesquera, en los últimos años la dinámica ha cambiado, la disponibilidad del recurso al parecer ha disminuido haciendo que los pescadores estén yendo cada vez mucho más lejos y hacia aguas más profundas. En Isla Fuerte existe una gran demanda del tiburón, porque al ser una comunidad insular, dependen directamente de lo que el mar les provee para alimentarse o para venderlo en la costa. Al principio, solo existía un pescador dirigido a tiburón pero con la salida de este de la isla, ha dejado ese nicho abierto a otros pescadores, haciendo que hoy en día existan 2 pescadores con capturas dirigidas al tiburón quienes cuentan con palangres tiburoneros, junto con otros pescadores que ocasionalmente capturan tiburón en sus faenas.

Son varias las especies de tiburones que existen en Isla Fuerte, encontrándose 16 de las 24 registradas para el Caribe colombiano, *Carcharhinus acronotus*, *Carcharhinus falciformis*, *Carcharhinus limbatus*, *Carcharhinus obscurus*, *Carcharhinus perezi*, *Carcharhinus porosus*, *Galeocerdocuvier*, *Gynglimostomacirratum*, *Mustelus canis*, *Rhincodontypus*, *Rhizoprionodon landii*, *Rhizoprionodon porosus*, *Sphyrnalevis*,



Sphyrnamokarran, *Sphyrnatiburo* y *Sphyrnatudes*, de las cuales las más comunes son *Carbcarbinuslimbatus*, *Rhizoprionodonalandi* y *Rhizoprionodonporosus*; y con menos frecuencia *Galeocerdocuviery Sphyrnamokarran*. Todas estas especies de tiburones son consumidas en su totalidad.

Para este estudio se realizó un muestreo en Isla Fuerte, Bolívar, entre el 24 de junio y el 24 de julio de 2012, para completar el muestreo comenzado entre abril y junio del mismo año. Junto con los datos recogidos de 2004 a 2012, se definieron los caladeros donde hay más pesca de tiburones para identificar si son áreas de crianza y para qué especies, y si no eran áreas de crianza, cómo podrían estar usando dicha área los tiburones (reproducción, alimentación o crecimiento). El análisis de estos datos también nos dio un acercamiento hacia las épocas en donde se pescan más tiburones, de esta manera se puede crear una estrategia de manejo hacia la pesca responsable.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los tiburones juegan un papel muy importante en el ecosistema al ser reguladores y mantener el equilibrio del mismo al encontrarse en el tope de la cadena trófica (Stevens *et al.*, 2000; Myers *et al.*, 2007; Reyes, 2009). La pesca de estos puede alterar la estructura y los parámetros de las poblaciones y de las comunidades en respuesta a los cambios de abundancias de las especies, así como las interacciones en la cadena trófica. En las últimas décadas se ha incrementado la demanda tanto de carne como de aletas de tiburón, llegando al punto en que se han declinado las poblaciones hasta el 99% (Myers *et al.*, 2007; Stevens *et al.*, 2000; Nandon *et al.*, 2012). Myers *et al.* (2007), sugiere que la sobre explotación del tiburón (en especial la de las especies oceánicas, Nandon, 2012) ha sido la causa principal del decline de estos, remover los tiburones del tope de dicha cadena hace que los ecosistemas comiencen a degradarse. Caldas *et al.* (2010), en el PAN tiburones exponen que las abundancias de los peces cartilaginosos en el Caribe colombiano se han disminuido de tal manera que se han visto expuestas a la extinción local, aunque en algunas zonas, las poblaciones se han recuperado o se han mantenido saludables.

La captura de tiburones presenta problemas adicionales, debido a que en algunas especies la madurez sexual es tardía, tienen baja fecundidad, período de gestación largo y el número de crías es bajo, esto sumado a la extracción excesiva y al poco conocimiento de las poblaciones, ha hecho que no se



puedan establecer planes para poder generar un manejo sostenible en cuanto a la pesca se refiere (Casey & Myers, 1998; Stone *et al.*, 1998; Stevens *et al.*, 2000; De la Pava, 2009; Trejos, 2009, Caldas *et al.*, 2010).

En Colombia, los tiburones han sido consumidos de manera local por algunas comunidades, mientras que para otras representan una amenaza al tildarse de especies violentas (De la Pava, 2009). Por otro lado, las aletas de los tiburones han adquirido un valor comercial muy elevado, en Colombia se han registrado tiburones aleteados (De la Pava, 2009), sumado a un factor muy influyente, la pesca incidental (Trejos, 2009). Todo ello ha hecho que las poblaciones se hayan diezmado de manera considerable, creando la necesidad de generar un plan de acción nacional en la conservación de este grupo (De la Pava, 2009; Trejos, 2009; Reyes, 2009).

Reyes (2009) realizó un trabajo en Isla Fuerte, Bolívar donde evaluó los caladeros con alto número de capturas de neonatos y juveniles frente a las capturas de adultos, sugiriendo estos caladeros como áreas potenciales de crianza, pero sugiere ampliar las áreas de estudio. En Isla Fuerte se han definido varios caladeros de pesca, que se pueden traslapar con áreas de crianza debido a su cercanía a los manglares y pastos marinos, y la alta proporción de tallas pequeñas (neonatos y juveniles) (Reyes, 2009; Trejos, 2009). Este fenómeno también sucede en el bajo Bushnell, pero hasta el momento no se han realizado ningún estudio de pesca en este lugar.

Por otro lado, las proporciones de neonatos y juveniles reportadas para Isla Fuerte, sugieren que es un área de crianza (Orozco, 2005; Trejos, 2009) aunque no se conocen específicamente que sitios, razón por la cual requieren ser identificados. La definición de áreas de crianza en conjunto con la protección de esas mismas determinará la conservación de las especies de esa zona. Dado que las capturas en la isla, en los caladeros de pesca con mayor registro de tiburón, muestran mayor abundancia de tallas menores y en la primera madurez sexual, se reafirma la idea de que los caladeros de pesca son áreas de crianza (Orozco, 2005; Trejos, 2009). Ello dio origen a la pregunta ¿Son los caladeros de pesca de Isla Fuerte, Bolívar con mayor registro de pesca de tiburón, áreas de crianza para tiburones?



JUSTIFICACIÓN

Los tiburones han despertado un gran interés tanto internacional como nacional en su manejo y conservación, debido a su vulnerabilidad y al ser susceptible a la extracción, sumado a la disminución de sus poblaciones en los últimos años. Debido a esto el Plan de Acción Nacional para la conservación de tiburones, rayas y quimeras de Colombia (PAN tiburones), dentro de la línea de investigación bioecología invita a identificar las áreas de crianza de tiburones, en donde se identifiquen los tamaños, requerimientos del hábitat y características fisicoquímicas, puesto que la caracterización e identificación de dichas áreas es fundamental para analizar la dinámica poblacional y realizar un manejo de la pesquería de estas especies (Merson&Pratt 2001; Reyes 2001; Heupelet *al.* 2004; Caldas *et al.*, 2010), así como puede ayudar a entender la ecología reproductiva de los tiburones (Merson&Pratt Jr. 2001; Skomal 2007).

En Isla Fuerte, existe la pesca dirigida al tiburón, en donde se reporta una proporción alta de neonatos en comparación con la proporción de adultos (Orozco, 2005; Vishnoff, 2008; Neira & Martínez, 2007; Almanza, 2008; Reyes, 2009; Trejos, 2009). La aproximación a la identificación de áreas de crianza en la zona constituye una herramienta importante para tomar decisiones concernientes a la conservación, ordenamiento del recurso y sus áreas.

A pesar que los estudios realizados frente a la ecología de las áreas de crianza, donde se incluye información sobre flora, fauna y su composición son pocos, se sabe que las áreas de crianza prestan tres ventajas ecológicas: bajos rangos de predación, abundancia de alimento y hábitat apropiado para los primeros años de vida (Merson&Pratt, 2001; Prosser, 2004). Un punto muy importante dentro del entendimiento del concepto de área de crianza es conocer la ecología de estas, ya que dicha información ayudará a entender la reproducción y distribución de los tiburones (Merson&Pratt, 2001; Skomal, 2007).

Debido a que en estas zonas de crianza, la abundancia de neonatos y juveniles es muy alta, se han visto impactadas fuertemente por la pesca (Beerkircher, *et al.* 2000). Lo cual lleva a pensar en un control directo en la pesca sobre dichas áreas, evitando así que se pueda llegar a extinciones locales y en el peor de los casos, extinciones regionales o totales (Tolentino, 2000). Conociendo las áreas de crianza se pueden realizar trabajos de conservación en estas zonas, prohibiendo la pesca de tiburón



en dichos lugares y de esta manera los tiburones pueden llegar a su etapa de madurez sexual y aunque sea pueden reproducirse una vez, para luego ser pescados en otras zonas como individuos adultos.

MARCO CONCEPTUAL

1. ÁREAS DE CRIANZA

Las áreas de crianza son áreas geográficas esenciales para la supervivencia del tiburón (Pimiento *et al.*, 2010). En estos lugares es donde las hembras grávidas tienen su descendencia y los neonatos pasan meses o años. Las áreas de crianza se pueden dividir en primarias o secundarias, siendo las primeras donde los tiburones nacen y los neonatos pasan el primer año, y las secundarias donde los juveniles y preadultos habitan, aunque para muchas especies, dichas áreas pueden estar en el mismo lugar (Bass, 1978; Castro, 1993; Simpfendorfer *et al.*, 1993; Skomal, 2007). Algunos estudios sugieren que las áreas de crianza ofrecen tres ventajas ecológicas: bajos rangos de predación (áreas de refugio), abundancia de alimento y un apropiado hábitat durante los primeros años de vida (Merson&Pratt Jr. 2001; Prosser 2004).

Los tiburones ocupan un amplio rango de hábitats, pudiéndose encontrar tanto en zonas polares, como en zonas tropicales, en aguas someras como profundas y abisales (Compagno, 1984; Bonfil, 1997). Son pocas las especies que migran, puesto que la mayoría de tiburones tienen una distribución restringida (Stevens, 1983). Debido a este fenómeno, los tiburones poseen áreas esenciales en sus diferentes estadios, en estos podemos encontrar áreas de alimentación, de reproducción y áreas nodriza o áreas de crianza, allí pasan sus primeros años de vida, ya que les proporciona alimento y protección (Castro, 1993, Pimiento *et al.* 2010).

El concepto de área de crianza ha cambiado a través de los años y aunque ha existido desde hace casi un siglo, solo desde hace poco fue puesto a prueba (Froeschke, 2010). Castro (1993) define un área de crianza como “una zona geográfica discreta en la distribución de las especies en donde hembras grávidas tienen a su descendencia y en donde los neonatos pasan semanas, meses o años”, dichas áreas pueden ser identificadas, no solo por la presencia de neonatos, sino también por la presencia de hembras grávidas, encontrándose unas características tanto ecológicas como fisicoquímicas, siendo estas O₂ disuelto entre 4.7 y 6.7 mg/L, pH, temperatura entre 26°C y 32°C, salinidad entre 28‰ y



35‰, distancia de la costa entre 1 y 5 Km y profundidad no mayor a 5m (Carlson, 1999). Sin embargo, Bass (1978), Simpfendorfer & Milward (1993) y Skomal (2007), subdividen estas áreas de crianza en dos: áreas primarias, donde nacen los tiburones y los neonatos pasan la primera parte de su vida; y áreas secundarias, donde habitan juveniles y preadultos. Para muchas especies, estas áreas pueden encontrarse en el mismo lugar (Simpfendorfer *et al.* 1993 & Motta *et al.* 2005). Por su parte Trejos (2009) define un área de crianza como “aquella en donde la proporción de hembras frente a la de machos y de neonatos y juveniles frente a la de adultos es mayor”.

Heupelet *al.*, (2007) propusieron una nueva definición de áreas de crianza, donde relacionan tres criterios importantes 1. Los tiburones se encuentran más en un área que en otra. 2. Los tiburones tienen la tendencia a permanecer o retornar por períodos extensos. 3. El área es usada a través de los años. En este estudio se tomaron en cuenta los criterios 1 y 3 porque parte de la distribución de las especies se encuentra agregada en los lugares de pesca, mientras que el criterio 2 no es posible medirlo, el tiempo de estudio para este trabajo es muy corto para poder evaluarlo. Además para que una zona sea definida como un área de crianza debe haber una proporción de neonatos y juveniles mayor a la de adultos. Cabe notar, que debido a la alta movilidad de los tiburones las áreas de crianza han sido de difícil delimitación, los tiburones pueden moverse a nuevas áreas que pueden jugar un rol o no como áreas de crianza, lo que conlleva a aumentar o disminuir el tamaño del área; dicho tamaño puede variar con la temporada estacional o a medida que los individuos van creciendo, dependiendo, claro está, de la especie y la distribución de las presas (Heupelet *al.*, 2004; 2007).

OBJETIVOS

GENERAL

Determinar los caladeros con mayor registro de pesca de tiburones en Isla Fuerte, constituyen un área de crianza

ESPECIFICOS

Evaluar la frecuencia de registros por especie en un rango de tiempo (2004 – 2012) que permitan inferir la permanencia de tiburones en los caladeros.



Evaluar el uso (alimentación, reproducción o crianza) de los caladeros por parte de las diferentes especies de tiburones

Determinar la proporción de neonatos y juveniles frente a la de adultos en cada especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. ÁREA DE ESTUDIO

Isla Fuerte (9°23'11" N, 76°10'5" W) está ubicada a 11 Km de la costa del departamento de Córdoba, al Norte de la ensenada la Rada y al Sureste del Delta de Tinajones; al Sur del Golfo de Morrosquillo frente a Paso Nuevo, pero perteneciente al departamento de Bolívar (Ortega, 2010). Localizada sobre la parte sur-central de la plataforma continental del Caribe Colombiano, rodeada de arrecifes coralinos, aguas calmas y pastos marinos, con un área de 3.25 Km² y una extensión de formaciones coralinas de 16,6 km² conformados por dos bajos, Bushnell y Burbujas, ubicados a 18 Km y 7.5 Km respectivamente de distancia al NorOeste de la isla, sin embargo pese a la distancia hacen parte del mismo complejo arrecifal (Díaz *et al.*, 1996; Díaz *et al.*, 2000; Ortega, 2010) (Fig. 1). En cuanto a la vegetación de la isla, se pueden encontrar tres especies mangles (*Languncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Rhizophora mangle*) (Estela, 2006) ceibas, ficus entre otros.

Según la el sistema de clasificación de Holdridge *et al.* (1971), Isla Fuerte tiene un clima semiseco y cálido (selva seca tropical), frente a sus períodos de lluvias es bimodal (Tabla 1), tiene una temperatura promedio anual de 27°C y los vientos son predominantes del noreste (Anderson, 1975). La época seca va desde diciembre hasta abril y la época lluviosa desde mayo a noviembre, presentándose un período estacionario seco en el mes de julio conocido como el veranillo de San Juan (Anderson, 1975; IGAC, 1975)

El bajo Bushnell (9° 25'N - 76° 21'W) se encuentra localizado sobre la plataforma continental del Caribe colombiano en la parte sur-central (Díaz *et al.*, 1996), a 30 km de la costa y a 18 km de Isla Fuerte. Bushnell es un bajo en forma de meseta, que tiene una profundidad máxima de 12 m y un



elevación entre 50 y 60 m. Este bajo es frecuentado tanto por pescadores, como por turistas, para practicar buceo deportivo (Díaz *et al.*, 1996).



Figura 1. Mapa de Isla Fuerte y los caladeros estudiados, tomado de Google earth.

En verde se puede observar el tamaño de los diferentes caladeros.

Para poder saber cuáles eran los caladeros donde había mayor presencia de tiburón, se construyó una base de datos desde el año 2004 hasta el año 2012 con base en los estudios realizados anteriormente, en donde se encontró insuficiente información para los años 2010 y 2011 por lo que no fue incluidos en el análisis, una vez se obtuvo dicho resultado se procedió a ubicarlos caladeros espacialmente en el mapa (Fig. 1) trabajándose solamente con las especies que presentaron datos suficientes (>75%). Los períodos climáticos de los años de muestreo se muestran en la tabla 1.

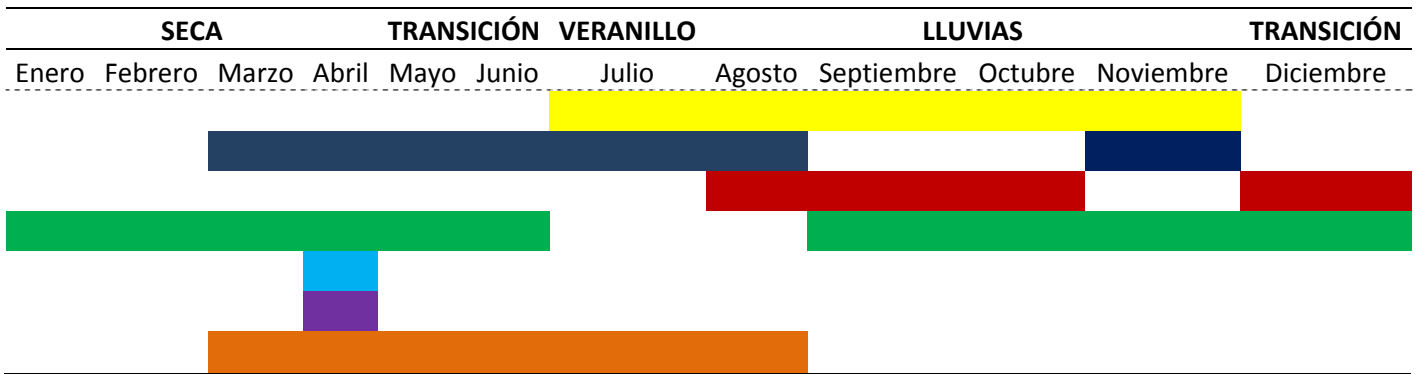
En fase de campo, se realizó un muestreo en marzo y abril, y junio y julio de 2012, durante este tiempo se procedió a esperar a los pescadores en las horas de la noche (20:00 a 1:00), una vez los pescadores retornaban a la isla, se revisaban si habían capturado tiburones, a los tiburones se les tomaron datos de talla, peso, estado de madurez y gravidez según la escala de desarrollo gonadal adaptada para condriictios (tomada de Vishnogg, 2008), según la ficha de campo propuesta por Orozco (2005) (Anexo 1), algunos pescadores poseían GPS, lo que facilitaba la georreferenciación de



los caladeros de pesca dado que no todos los caladeros estaban georreferenciados. Los pescadores tienen diferentes dinámicas de pesca, algunos tenían una faena de un día completo y otros de medio día; los de día completo zarpan a las 12:00 hacia Cartagena y regresaban al otro día entre las 9:00 y las 10:00; mientras los otros, zarpan a las 17:00 y regresaban entre las 20:00 y la 1:00.

Tabla 1. Períodos climáticos en los años de muestreo (2004-2012) en Isla Fuerte.

Las franjas de colores representan las épocas de muestreo. Amarillo: 2004. Azul oscuro: 2005. Rojo: 2006. Verde: 2007. Azul claro: 2008. Morado: 2009. Naranja: 2012. Los años 2010 y 2011 no aparecen puesto que no se realizó muestreo para estos años.



El pescador que utiliza palangre (arte de pesca basado en una línea central y varias secundarias verticales con un anzuelo cada una), el lance ocurre a las 17:00 y se recogió al día siguiente a las 6:00, dicho arte cuenta con 500 anzuelos y tiene 500 m de largo. Mientras que los otros pescadores de la isla, utilizaron línea de mano como arte pesca, dichos artes varían en grosor, largo y tipo de anzuelo; este utiliza como carnada “carachana” (*Euthynnus alletteratus*), pescado que es base de la dieta del tiburón, mientras que el pescador de palangre, utiliza diferentes especies de peces como carnada. Y por último también utilizan trasmallo.

No todos los días los pescadores salían de faena, ya que el mes de muestreo coincidió con eventos culturales importantes para la comunidad y festividades nacionales; cabe notar, también, que no siempre los pescadores capturaban tiburón, debido a las condiciones climáticas y varias tormentas tropicales que azotaron los lugares de pesca en la época de muestreo.



Se analizaron los registros históricos de pesca de las especies, con el fin de establecer las frecuencias en cada caladero. Se realizó una revisión bibliográfica de los registros de las capturas desde el año 2004 (Zárate, 2004; Orozco, 2005; Vishnoff, 2008; Ladino, 2012) hasta los registros en julio de 2012. La frecuencia de los individuos se evaluó según el análisis de frecuencia de Ramírez (1999) dentro del rango de tiempo del estudio (tabla 2).

Tabla 2. Análisis de frecuencias (tomado de Ramírez, 1999).

Porcentaje	Frecuencia
>0 – 20	Rara
>20 – 40	Ocasional
>40 – 60	Habitual
>60 – 80	Frecuente
>80	Común

Con el fin de saber qué uso le pueden estar dando los tiburones a los diferentes caladeros, se observaron las condiciones reproductivas de los individuos capturados, en los machos, se registró la longitud de los gonopterigios, grado de calcificación, rotación y expansión del rifiodón (punta distal del clasper) y presencia de semen (Pratt, 1979; Carrera-Fernández, 2004; Vishnoff, 2008). En las hembras se midió el tamaño de ovocitos maduros, ya que ninguna presentó huevos como tal (Lessaet *al.* 1999; Vishnoff, 2008). El nivel de desarrollo se estimó con base en la escala gonadal adaptada para condrictios tomada de Vishnoff (2008) (tabla 3).

Con los datos obtenidos de la pesca (pesos estomacales, el desarrollo de las gónadas y peso del hígado), se determinó la condición reproductiva de los individuos, esto se establece por la etapa de desarrollo en la que se encuentran, para esto se miró el índice gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS), y el factor de condición (K), para poder saber el uso de estas áreas. Estos índices fueron calculados para *Rhizoprionodon porosus* y *Carcharhinus limbatus* (por ser las especies que cumplen con tener una mayor proporción de neonatos y juveniles frente a adultos) en el caladero el Norte (puesto que era el único caladero donde habían datos de gónadas e hígados, en los demás lugares no se pudieron realizar debido a la carencia de estos).



Tabla 3. Escala de desarrollo gonadal adaptada para condrictios (tomada de Vishnoff, 2008)

HEMBRAS

Categoría	Desarrollo
I	Inmadura: Sin desarrollo ovárico
II	Madura no reproductiva: Ovocitos entre 5-10mm de diámetro
III	Madura y sexualmente activa: Ovocitos desarrollados en los ovarios, con tamaños entre 50-60mm de diámetro
IV	Preñada: Huevos o embriones presentes
V	Postparto: Oviductos y útero flácidos, sanguinolentos

MACHOS

Categoría	Desarrollo
I	Inmaduro: Testículos y clasper sin desarrollo
II	Maduro no reproductivo: Clasper bien desarrollado y testículos engrandecidos pero sin lóbulos prominentes
III	Maduro y reproductivo: Testículos con lóbulos prominentes indicativos de activa reproducción espermática, clasper con rifiodón expansible
IV	Maduro y sexualmente activo: Esperma presente en los ductos deferentes, en los sacos espermáticos o en las vesículas seminales, los clasper rotan con facilidad.

El índice gonadosomático (IGS) (Ver ecuaciones), indica una producción alta o baja de gametos (Holden&Raitt, 1975). El índicehepatosomático (IHS) (Ver ecuaciones) establece la utilización (alta o baja) de reservas lipídicas para la producción de gametos (Sherman & Gilliam, 1996) y el factor de condición (K)(Ver ecuaciones)indica el almacenamiento de energía que se moviliza para poder resistir épocas donde el animal no se alimenta, mostrando el estado fisiológico óptimo del individuo para reproducción (Jobbling, 1995; Vishnoff 2008).

Ecuaciones de índices:

ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)

$$IGS = \frac{\text{Peso de gónadas}}{\text{Peso eviserado}} * 100$$



ÍNDICE HEPATOSOMÁTICO (IHS)

$$IHS = \frac{\text{Peso de hígado}}{\text{Peso eviserado}} * 100$$

FACTOR DE CONDICIÓN (K)

$$K = \frac{\text{Peso total}}{(\text{Longitud total})^3} * 100$$

COEFICIENTE DE VACUIDAD (V)

$$V = \frac{Ev}{N} * 100$$

Comparando estos tres índices, se puede saber si hay un crecimiento somático sobre el crecimiento gonadal, relacionándose de esta manera, el período reproductivo junto con el estado de nutrición del individuo (Jobling, 1995; Zimmerman, 1997; Yoneda *et al.*, 1998; Vishnoff, 2008).

Para poder determinar si están utilizando el caladero como lugar de alimentación o no, se utilizó el coeficiente de Vacuidad (V) (Ver ecuaciones) donde EV: Estómagos vacíos y N=Número total de estómagos examinados.

Para evaluar la proporción de neonatos y juveniles frente a la de adultos, se contaron los juveniles y neonatos dividido entre el número de adultos. Una vez obtenida esta proporción, se puso a prueba la hipótesis utilizando Chi cuadrado según Daniel (2006), con un nivel de confianza del 95%, usando el programa estadístico Statistix 9.0

$$X^2 = \sum \left[\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \right]$$

Aceptándose la H_0 cuando $X_c^2 < X_t^2$ $p > 0,05$

Las hipótesis estadísticas establecidas sobre la base del Chi cuadrado fueron:



Ho: La distribución de neonatos y juveniles frente a la de adultos es dependiente

Hi: La distribución de neonatos y juveniles es independiente de la distribución de adultos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron 56 caladeros de pesca, de los cuales 20 caladeros de pesca presentan captura de tiburón desde el año 2004 hasta el 2012, siendo los de mayor registro de tiburones Bushnell, El Inglés, el Norte y Socorro con un 31.2% de los registros. Con los datos obtenidos desde 2004 se encontró que existen diferencias significativas ($P=0.0015$; $P<0.05$) entre el estadio de neonatos y juveniles *vs.* el estadio de adultos en un solo caladero, el Norte, para *Rhizoprionodon porosus* que además cumple con el supuesto de tener mayor proporción de neonatos y juveniles *vs.* adultos. Mientras que en los demás (Bushnell, El Inglés y Socorro) hay más presencia de adultos, que de neonatos y juveniles (Fig. 2). En el mes de muestreo se capturaron en total $n=15$ individuos de tres especies, *Carcharhinus perezi*, *Carcharhinus limbatus* y *Rhizoprionodon porosus* (Figs. 3, 4 y 6) que presentaron diversidad de estadios. Desde el año 2004 se han registrado un total de $n=727$ individuos. En el mes de junio a julio se capturaron un total de $n=15$ individuos de tres especies (*Carcharhinus perezi*, *Carcharhinus limbatus* y *Rhizoprionodon porosus*), además se encontró que solo un pescador utilizó palangre, los demás utilizaban línea de mano.

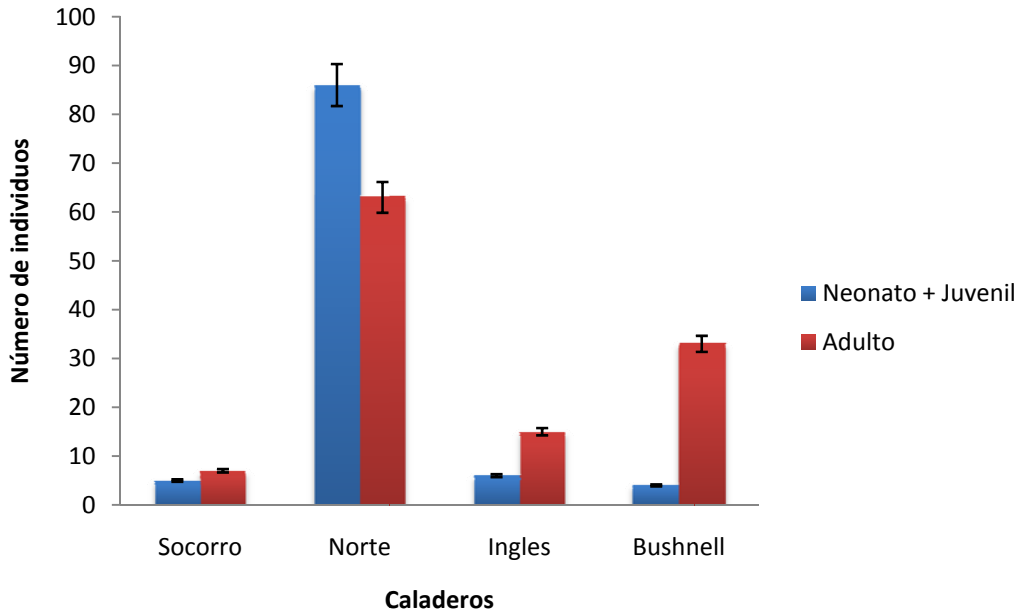


Figura 2. Individuos de neonatos + juveniles *vs.* adultos en los diferentes caladeros desde 2004 hasta 2012.

El Norte

Es el lugar donde hay más registros a lo largo de los años, es un lugar preferido de pesca (al igual que Bushnell) por los pescadores (com. pers. Florez). El estudio de las frecuencias (Anexo 2) muestra que la única especie habitual es *Carcharhinus limbatus* (Fig. 3A) y la única especie común es *Rhizoprionodon porosus* (Fig. 3B), indicando que estas dos especies han usado esta área través de los años, cumpliendo así con el supuesto de permanencia a lo largo de los años.



Figura 3. A. *Carcharhinus limbatus*



B. *Rhizoprionodon porosus*



La proporción de estadíos encontrada en el caladero fue de 1:0.7, es decir, hay mayor número neonatos y juveniles que adultos, por lo tanto se cumple la premisa de mayor número de neonatos y juveniles que adultos para definir un área de crianza (Castro, 1993). Se calculó la prueba Chi Cuadrado para buscar diferencias significativas entre el número de neonatos y juveniles frente a adultos solamente para las especies *C. limbatus* (Anexo 3; $P=0.4305$ $P>0.05$) y *R. porosus* (Anexo 4; $P=0.0015$; $P<0.05$) por ser estas las únicas especies que cumplen con el supuesto de permanencia, siendo *R. porosus* la única especie donde hay diferencias significativas. El coeficiente de vacuidad es de 32% para *R. porosus* y de 19% para *C. limbatus*, lo cual indica que los neonatos y juveniles de ambas especies se están alimentando en esta área.

Para *C. limbatus* (Fig. 4) el IGS al igual que K se han mantenido estables, indicando que los individuos se encuentran en estados de inmadurez sexual y además que están en un buen estado fisiológico; mientras que IHS muestra un comportamiento distinto, esto debido a que los individuos están creciendo y necesitan acumular energía para tal fin.

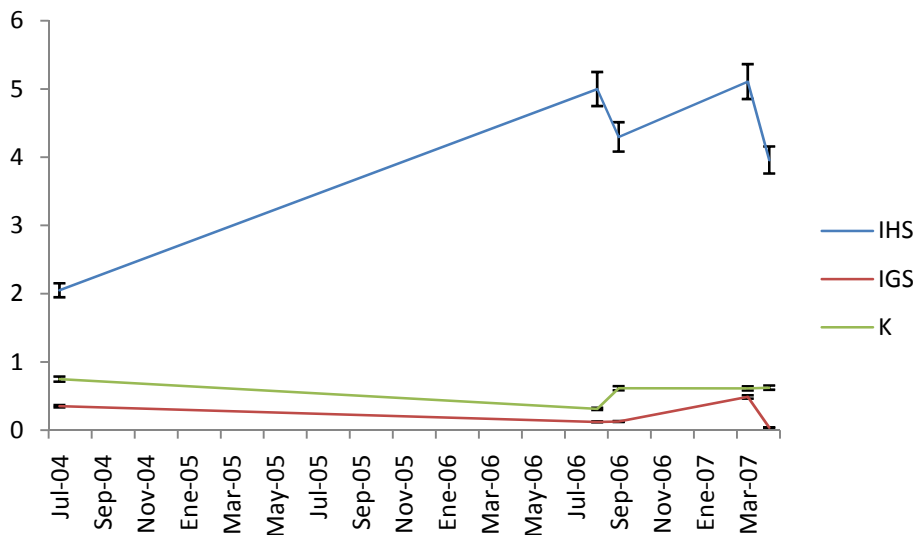


Figura 4. Índices de madurez sexual en el caladero el Norte para *Carcharhinus limbatus*

Los índices para *R. porosus* (Fig. 5) muestran que los individuos presentan un buen estado fisiológico. Frente al IGS no hay producción de gónadas, puesto que son neonatos menores de un año de edad. Aunque existe una acumulación de energía, se nota una caída en el IHS, esto es debido a la carencia de datos, por lo tanto el índice toma un valor de 0. Por último, estos resultados llevan a definir el caladero el Norte como un área de crianza para la especie *Rhizoprionodon porosus*.

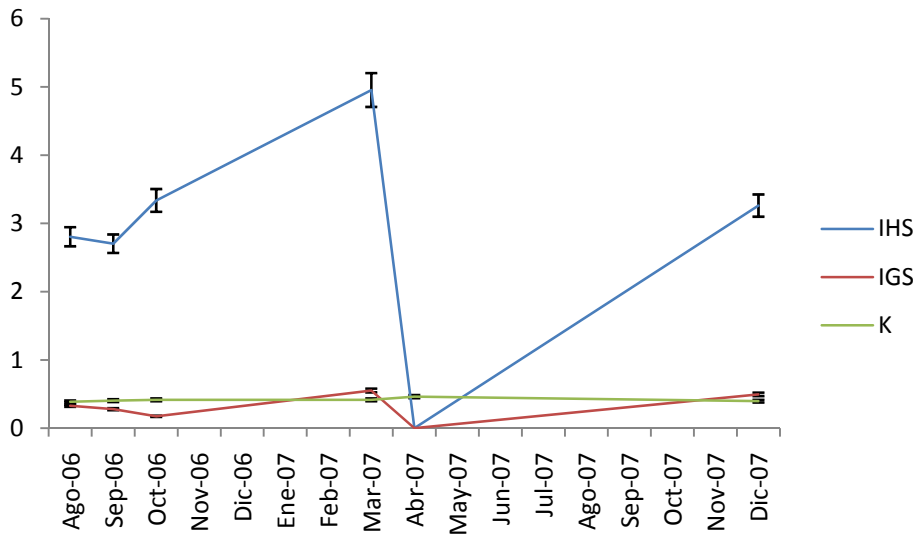


Figura 5. Índices de madurez sexual en el caladero el Norte para *Rhizoprionodon porosus*

El caladero el Norte, se encuentra a 2 km de la isla, aproximadamente, compuesto por pastos marinos (Reyes, 2009), coincidiendo con las condiciones ambientales propuestas por Castro (1993) para un área de crianza. Este caladero se define como un área de crianza, resultado que concuerda con lo propuesto por Reyes (2009), pero no para *Sphyrnalewini* sino para *Rhizoprionodon porosus*, esto debido a que *S. lewini* es raro en el norte y no cumple con el supuesto de permanencia (Anexo 2). *Carcharhinus limbatus* es la siguiente especie más abundante en el caladero, esta es una especie que suele tener una talla más grande a la de *R. porosus*, aunque es considerada también una especie pequeña, también es una especie arrecifal (Compagno, 1984; Bransetter, 1987).

La especie que más se encuentra en el caladero el Norte es *R. porosus*, debido a que esta es una especie costera muy abundante (Mattos *et al.* 2001; Orozco, 2005), presentando una tasa de crecimiento rápido, madurez temprana (Compagno, 1984) y poseer una capacidad alta a la presión por la pesca (Trejos, 2009). Al ser una especie que se encuentra en los arrecifes, explica porque es la especie más capturada en la isla y la más frecuente (Orozco, 2005).

Frente a los índices de reproducción se puede observar algunos picos en el IHS para *C. limbatus* (Fig. 4), esto puede indicar un aporte de energía debido al proceso de crecimiento, ya que hay que recordar que los individuos evaluados, en su mayoría son neonatos y juveniles menores de un año, y por lo



tanto todavía no están en épocas de desarrollo gonadal o períodos reproductivos. Se encuentra un pico común en el IHS para las dos especies (Figs. 4 y 5) en marzo de 2007, lo que corresponde a una época seca. Esto puede indicar que los juveniles pueden estar preparándose para épocas de producción de gametos (Shermal&Gilliam, 1996) y por lo tanto abandonarán el área de crianza, para moverse a un área de reproducción (Castro, 1993).

Bushnell

Se encontró que la proporción de estadios neonatos y juveniles frente a adultos para *R. porosus* de 1:8.3, indicando que existen más adultos que neonatos y juveniles en el área, por lo tanto no cumple con el supuesto de proporciones para la definición de un área de crianza. El índice de vacuidad es de 31% para *R. porosus* y de 25% para *C. perezii*. El IGS, IHS y K solo se pudieron calcular para el mes de muestreo, puesto que solo en ese mes se encuentran datos completos de los individuos, por lo tanto no se tomaron en cuenta, ya que no son suficientes para responder al segundo objetivo. Los estadios encontrados para *R. porosus* fueron en su mayoría III – IV (90,7%) y una hembra con 9 embriones en su vientre, de un total de 56 individuos, lo cual puede estar indicando que es un área de alimentación para *R. porosus*. El estudio de frecuencias muestra que la especie con más registros es *R. porosus* (Anexo 2), en el mes de muestreo se encontró a *Carcharhinus perezii* (Figs. 6A y B.) y meses atrás se registró por primera vez para la isla la presencia de *Musteluscfcanis* (Ladino *et al.*, 2012). Las pruebas estadísticas muestran que no existen diferencias significativas entre neonatos y juveniles *vs.* adultos en este caladero (Anexo 5; $P=0,7155$; $P>0,05$) por lo tanto no se puede declarar como área de crianza puesto que no cumple con la definición propuesta en este trabajo.



A

B

Figura 6. *Carcharhinus perezii*



Este bajo se encuentra a 18 km de la isla, sobre la plataforma arrecifal de la isla (Díaz *et al.* 1996), esto explicaría la presencia de *Rhizoprionodon porosus*, puesto que son organismos coralinos (Orozco, 2005). A pesar que solo se encuentran datos para el año 2012, el hecho de encontrar tantos individuos de esta especie, además de la captura de una hembra grávida, todos con estómagos llenos, puede suponer que este lugar es un área de alimentación, lo que explica el porcentaje de vacuidad encontrado, inclusive para *Carcharhinus perezi* (V=25%). Aunque hacen falta más estudios para poder definir con certeza este lugar como un área de alimentación.

El Inglés

La proporción de estadíos neonatos y juveniles frente a adultos es de 1:2.5, indicando que existen más adultos que neonatos y juveniles en el área, por lo tanto no cumple con el supuesto de proporciones para la definición de un área de crianza. Los índices IGS, IHS y K corresponden a los calculados por Vishnoff (2008) para el 27 de enero de 2007 de *R. porosus*, por lo tanto se carece de datos para poder realizar un análisis completo del lugar, aunque estos datos muestran que los individuos no están produciendo gónadas en este caladero, puesto que se encuentran en estadíos III-IV, además, tienen una buena condición y algunos están acumulando energía en el hígado, tal vez, porque se estén preparando para la época reproductiva. El porcentaje de vacuidad para *R. porosus* es de 85% y para *R. lalandii* de 77%, lo cual indicia que posiblemente no es una zona de alimentación para estas especies. En este lugar se encuentran variedad de tiburones pero, los más abundantes son *R. porosus* y *Rhizoprionodon lalandii*, aunque con frecuencias muy bajas (Anexo 2). El resultado estadístico (Anexo 6; $P=0,3105$; $P>0,05$), demuestra que no se puede definir como área de crianza. Debido a la alta carencia de registros y de datos, y porque no se cumple que hay mayor proporción de neonatos y juveniles frente a adultos, no se puede decir que este caladero es un área de crianza y tampoco se le puede atribuir ningún otro tipo de función hasta el momento. Además la falta de datos de gónadas e hígados, impiden definirla como algún tipo de área esencial (Castro, 1993).

Socorro

La proporción encontrada en este caladero de neonatos y juveniles vs. adultos fue de 1:14, indicando que existen más adultos que neonatos y juveniles en el área. Los índices de madurez y de factor de condición no pudieron ser realizados, puesto que no se cuenta con la información suficiente, solo existen 7 datos tomados en diciembre de 2004 por Orozco (2005), tampoco se puede responder al



objetivo de uso de la zona. El análisis de frecuencia muestra que, las especies que más registros tienen son *R. porosus* y *C. limbatus* (Anexo 2). El análisis estadístico para *R. porosus* (Anexo 7; $P=0,9009$; $P>0,05$) y para *C. limbatus* (Anexo 8; $P=0,3679$; $P>0,05$) muestran que este caladero no es un área de crianza para estas dos especies. Debido a la alta carencia de registros y de datos, y porque no se cumple que hay mayor proporción de neonatos y juveniles frente a adultos, no se puede decir que este caladero es un área de crianza y tampoco se le puede atribuir ningún otro tipo de función hasta el momento. Además la falta de datos de gónadas e hígados, impiden definirla como algún tipo de área esencial (Castro, 1993).

El muestreo en el primer período del año (abril-julio) ha dejado nuevos registros para la isla, tales como *Musteluscfcanis*, *Rhincodontypus* y *Sphyrnatudes* (Ladino *et al.* 2012). Cabe notar que no todos los años en los que se hizo un muestreo hay registros. La carencia de datos en dichos años se puede deber a la falta de muestreo, razón por la cual se dificulta su entendimiento y análisis. Un punto interesante a saber es porqué la dinámica de pesca ha cambiado en los últimos años, puesto que ahora los pescadores están incursionando en aguas más profundas y cada vez más alejadas de la isla. A lo largo de los años, los datos muestran que se han mejorado el número de capturas en Bushnell, pero la pregunta interesante sería el ¿Por qué de esta mejoría? Esto se puede deber a varios factores: los muestreos han aumentado, la pesca a aumentado y hoy en día utilizan más esta zona de pesca que otras zonas en la isla, que contrastaría con lo encontrado en el primer período de muestreo en el año (abril – julio), puesto que cada vez es más difícil pescar en los lugares de tradición en la isla, ya que en dichos lugares la pesca cada vez es más escasa, haciendo que los pescadores, se alejen mucho más de la isla, en años atrás ocurría de manera ocasional, pero hoy en día están alejándose más de la Isla y es frecuente ir a lugares que se encuentren a más de 18 millas de Isla Fuerte, llegando a pescar hasta en Cartagena varias veces al mes, donde pueden encontrar presas más grandes como *Isurusoxyrhincus*.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El caladero el Norte es el único que cumple con todos los supuestos para definirlo como un área de crianza para la especie *Rhizoprionodon porosus*. El bajo Bushnell se propone como una posible área de alimentación para esta especie.

Las capturas de tiburones no corresponden necesariamente a pesca dirigida, de igual manera no todos los caladeros de tiburón son áreas de crianza como sucede con los otros tres caladeros evaluados, pero podrían tener otros usos dentro del concepto de áreas esenciales.

Aunque Bushnell no es un área de crianza, si cabe preguntarse ¿Por qué la presencia de noenatos en el área?

Isla Fuerte ofrece recursos variados para las diferentes especies de tiburones encontradas allí, aunque no necesariamente para áreas de crianza, pero si tal vez con otros usos. Indicando que Isla Fuerte hace parte de las áreas esenciales para varias especies.

Se recomienda ampliar el estudio a áreas esenciales.

Se recomienda realizar más estudios sobre los caladeros El Inglés y Socorro, puesto que la carencia de datos en estos lugares impidió hacer un análisis completo.

Se recomienda hacer muestreos con toma de datos de desarrollo gonadal y hepato somático para poder definir como área de alimentación al bajo Bushnell

Para poder hacer una evaluación de las tasas de retorno de los tiburones, se recomienda hacerlo por cohortes y utilizar métodos genéticos o tecnología acústica.



BIBLIOGRAFÍA CITADA

Almanza, M.A. 2009. Caracterización de la pesca artesanal de peces cartilagosos, con énfasis en sus aspectos tróficos y reproductivos en Isla Fuerte, Caribe colombiano. Trabajo de Grado Biología Marina. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Anderson, P. 1971 Isla Fuerte. En: Elaboración de un modelo de desarrollo sostenible para los archipiélagos de Nuestra Señora del Rosario y San Bernardo. INVEMAR, Bogotá, Colombia, 95p.

Bass, A. J. 1978. Problems in studies of sharks in the southwest Indian Ocean. Sensory biology of sharks, skates and rays. Ed. E. S. Hodgson & R. F. Mathewson. Office of Naval Research, Department of the Navy, Arlington, Virginia. 545–594 pp.

Beerkircher L., E. Cortés & M. Shivji. 2000. Characteristics of Shark Bycatch Observed on Pelagic Longlines off the Southeastern United States, 1992–2000. Marine Fisheries Review. 64: 40-49 p.

Bonfil R. 1997. Status of Shark Resources in the Southern Gulf of México and Caribbean: implications for Management. Fisheries Research. 29:101-117

Bransetter S. 1987. Age and Growth Estimates for Blacktip, *Carcharhinus limbatus*, and Spinner, *C. brevipinna*, Sharks from the Northwestern Gulf of Mexico. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. 4: 964-974.

Caldas, J.P. Castro-González, E. Puentes, V. Rueda, M. Lasso, C. Duarte, L.O. Grijalba-Bendeck, M. Gómez, F. Navia, A.F. Mejía-Falla, P.A. Bessudo, S. Diaz, M.C. Zapata. L.A. 2010. Plan de Acción Nacional para la Conservación y Manejo de Tiburones, Rayas y Quimeras de Colombia (PAN – Tiburones Colombia). Bogotá, Colombia. 60 p

Carlson J.K. 1999. Occurrence of neonate and juvenile sandbar sharks, *Carcharhinus plumbeus*, in the northeastern Gulf of Mexico. Fishery Bulletin. 97(2), 387–391.



Carrera-Fernández, M. 2004. Biología reproductiva del tiburón azul *Prionace glauca* (Linneaus, 1758) en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis para obtener el título de Maestro en Ciencias con especialidad en recursos marinos. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México. 67 p.

Casey, J.M. Myers, M.A. 1998. Near Extinction of a Large, Widely Distributed Fish. *Science*. 281: 690-692.

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 Fishes*, 38: 37–48.

Cervigón F. Cipriani R. Fisher W. Garibaldi L. Hendricks M. Lemus J. Márquez R Poutiers J. Robaina G. Rodríguez B. 1992. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la Costa Septentrional de Sur América. FAO. Roma. 513 p.

Clarke, T.A. 1971. The ecology of the Scalloped Hammerhead Shark, *Sphyrnalewini*, in Hawaii. *Pacific Science*. 25: 133 – 144 p.

Compagno, L.J.V. 1984. FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2. Carcharhiniformes. FAO Fish. Synop., (125) 4, Pt.2 :251-655 p.

Daniel, W. 2006. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Ed. LimusaWiley. 755 pp.

De la Pava, M.L. 2009. Estado del conocimiento de los peces cartilaginosos del Caribe continental colombiano. Págs. 5-6 en: V. Puentes (ed). Avances en el conocimiento de tiburones, rayas y quimeras de Colombia. Colombia

Díaz, J. M., L. M. Barrios, M. H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G. H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Ángel, F. A. Zapata and S. Zea. 2000. Áreas Coralinas de Colombia. INVEMAR. Serie Publicaciones Especiales No. 5., Santa Marta, 176p.



Díaz, J.M. Sánchez, J.A. Díaz-Pulido, G. 1996. Geomorfología y formaciones arrecifales de Isla Fuerte y Bajo Bushnell, plataforma continental del Caribe colombiano. *Biol. Invest. Mar. Cost.* 25: 87-195 pp.

Estela, F. 2006. Aves de Isla Fuerte y Tortuguilla, dos islas de la plataforma continental del Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 35: 267-272 pp.

Froeshcke, J. 2010. Defining essential fish habitat: the influence of life history, biotic, and abiotic factors. Ph.D. Thesis. Texas A&M University.

Heupel M. R., Simpfendorfer C. A. & R. E. Hueter. 2004. Estimation of shark home ranges using passive monitoring techniques. *Environmental Biology of Fishes.* 71: 135–142 p.

Heupel, M. R., Carlson, C. A., & Simpfendorfer. 2007. Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. *Marine Ecology Progress series.* 337: 287–297

Holden, M.J. and Raitt, D.F.S. 1975. Manual of Fisheries Science Part 2. Methods of Resource Investigations and their Application. *FAO Fish. Tech. Pap* 115: 1-241

Holdridge, L.R. Grenke, W.C. Hatheway, W.H. Liang, T. Tosi, J.A. 1971. Forest Environments in Tropical Life Zones. Pergamon Press, Oxford.

Jobling, M. 1995. Environmental biology of fishes. Vol 16. Fish and Fisheries Series. Ed. Springer. Vancouver, Canada. 455 p.

Ladino, F. 2012. Informe de pasantía. Carrera de Ecología. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Ladino, F. Gómez, F. Pimiento, C. Salazar, J. 2012. Presencia de *Mustelus canis*, *Sphyrnatus* y *Rhinodontopterus* en Isla Fuerte, sur del Caribe continental colombiano. Ponencia. III Congreso Nacional de peces cartilagosos. Santa Marta, Colombia



Lessa, R. Santana, F. Menni, R. Almedia, Z. 1999. Population structure and reproductive biology of the smalltail shark (*Carcharhinus porosus*) off Maranhao (Brazil). *Marine and Freshwater Research*. 50: 383-388 p.

Lieske, E. Myers, R. 1994. Collins Pocket Guide. Coral reef fishes. Indo-Pacific & Caribbean including the Red Sea. Haper Collins Publishers, 400 p

Mattos, S.M.G., Jonnes, D.M., Broadhurst, M. & H.V Hazin. 2001. Reproductive Biology of the Caribbean Sharpnose Shark, *Rhizoprionodon porosus*, From Northern Brazil. *Marine and Freshwater Research*. 52: 745-752.

Merson R. R. Pratt Jr, H. L. 2001. Distribution, movements and growth of young sandbar sharks, *Carcharhinus plumbeus*, in the nursery grounds of Delaware Bay. *Environmental Biology of Fishes*, 61: 13–24.

Motta, F. S., Gadig, O. B. F., Namora, R. C., & Braga, F. M. S. 2005. Size and sex compositions, length–weight relationship, and occurrence of the Brazilian sharpnose shark, *Rhizoprionodon lalandii*, caught by artisanal fishery from southeastern Brazil. *Fisheries Research*, 74(1-3), 116-126 p.

Myers, R. Baum, J.K. Sheperd T.D. Powers, S. Peterson, C.H. 2007. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science*. 315: 1846-1850

Nandon, M.O. Baum, J.K. Williams, I.D. Mcpherson, J.M. Zgliczynski, B.J. Richards, B.L. Schroeder, R.E. Brainard, R.E. 2012. Re-creating missing population baselines for Pacific reef sharks. *Conservation biology*. Sin publicar.

Neira, M.B. Martínez, I.D. 2008. Caracterización de la pesca artesanal y algunos aspectos biológicos de las especies de tiburón capturadas en Isla Fuerte (Caribe colombiano). Trabajo de Grado Biología. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja.



Orozco, D. 2005. Estudio Biológico – Pesquero de las Especies de Tiburones Capturadas Artesanalmente en Isla Fuerte, Caribe Colombiano. Trabajo de Grado de Biología. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana.

Ortega, S. 2010. Estudio de aprovechamiento de la energía del oleaje en Isla Fuerte (Caribe colombiano). Tesis presentada como requisito para obtener el título de Magister en Ingeniería de Recursos Hidráulicos. Escuela de Geociencias y Medio Ambiente. Universidad Nacional. Medellín. Colombia. 85 pp.

Pimiento, C. Ehret, D.J. MacFadden, B.J. Hubbell, G. 2010. Ancient nursery area for extinct giant shark *Megalodon* from the Miocene of Panama. *Plos one* 5(5): e10552. Doi:10.1371/journal.phone.0010552.

Pratt, H.L. Jr. 1979. Reproduction of the blue shark. *Prionace glauca*. *Fish Bulletin*. 77: 445-470 p.

Prosser C. M. 2004. A Preliminary Delineation of Shark Nursery Grounds in Two South Carolina Estuaries. Biologist's Title. Duke University. Nicholas School of the Environment. Durham NC, USA. 53.

Ramírez, A. 1999. Manual de métodos y procedimientos estadísticos. Ministerio del medio ambiente. Programa ambiental de manejo de recursos naturales. Corporación nacional de investigación y fomento forestal. Proyecto de acompañamiento técnico a los programas de monitoreos forestal del pacífico colombiano.

Reyes, L.F. 2009. Aproximación a la identificación de áreas potenciales de crianza de tiburones en Isla Fuerte, Caribe colombiano. Trabajo de Grado de Ecología. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Pontificia Universidad Javeriana. 59 pp.

Sherman, R.L. & Gilliam, D.S. 1996. Hepato-Somatic Indices and Lifestyles in some Batoid Elasmobranchs. *Florida Scientist*. 59 (4) 275-277.



Simpfendorfer C. A. Milward N. E. 1993. Utilization of a tropical bay as a nursery area by sharks of the families Carcharhinidae and Sphyrnidae. *Environmental Biology of Fishes*. 37: 33-345 p.

Skomal G. B. 2007. Shark nursery areas in the Coastal waters of Massachusetts. *American Fisheries Society Symposium*, 50: 17–33 p.

Stevens, J. D. 1983. Observations on reproduction in the Shortfin Mako *Isurus paucus*, *Copeia* 1983 (1): 126-130 p.

Stevens, J.D. Bonfil, R. Dulvy, N.K. Walker, P.A. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*. 57: 476-494 p.

Stone, R.B, Bailey, C.M. McLaughlin, S.A. Mace, P.M. Schulze, M.B. 1998. Federal Management of US Atlantic Sharks Fisheries. *Fisheries Research*, 39: 215-221.

Trejos, C. E. 2009. Evaluación Preliminar de tres zonas del Caribe sur Isla Fuerte, Bolívar, Acandí, Chocó, y Bahía de Cispatá, Sucre, Como posibles áreas de crianza de tiburones en el Caribe Sur Colombiano. Trabajo de Grado de Biología. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana.

Vishnoff, I. 2007. Conocimiento de la biología reproductiva de algunos Carcharhinidos a través de las actividades de la pesca artesanal en Isla Fuerte Caribe Colombiana (2006-2007) Trabajo de Grado de Biología Marina. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Yoneda, M. Tokomura, M. Fujita, H. Takeshita, N. Takeshita, K. Matsumaya, M. Matsuura, S. 1998. Reproductive cycle and sexual maturity of the anglerfish *Lophium litulon* in the East China Sea with a note on specialized spermatogenesis. *Journal of Fish Biology*. 53: 164-178 p.

Zárate, L.A. 2004. Caracterización de la pesca artesanal en Isla Fuerte, Caribe colombiano durante la época de transición (Julio a Septiembre) de 2004. Trabajo de Grado Biología. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana.



Zimmerman, M. 1997. Maturity and fecundity of arrowtooth flounder, *Atheresthesstomias*, from the Gulf of Alaska. Fishery Bulletin. 95: 598-611 p.

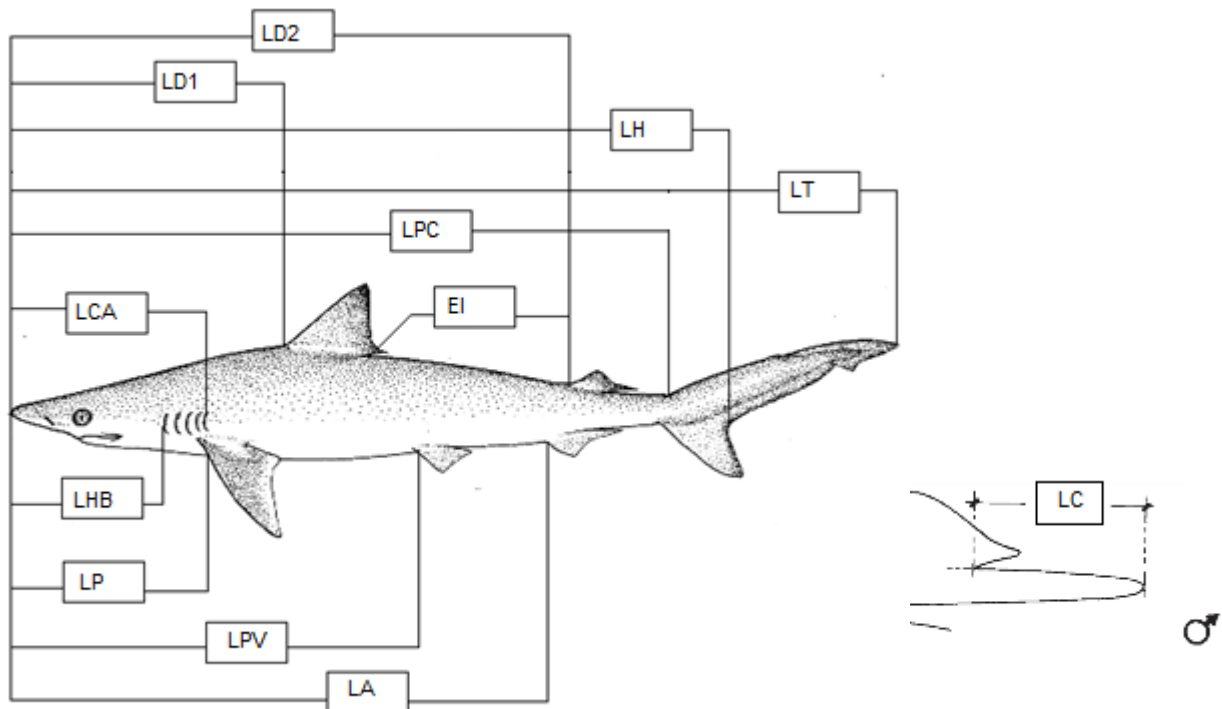


ANEXOS

Anexo 1. Ficha de campo (Tomado de Orozco-Velásquez, 2005)

Ficha de campo. Primera parte

Fecha: _____	Ejemplar No.: _____	Especie: _____	Sexo: _____
Peso total: _____	Peso eviscerado: _____	Peso hígado: _____	Peso gónada: _____
Lancha: _____	No. Pescadores: _____	Hora salida: _____	Hora llegada: _____
Peso estómago: _____	Foto: _____		
Otros: _____			



LCA: Longitud de la cabeza

LHB: Longitud a la primera hendidura branquial

LD1: Longitud a la primera dorsal

LD2: Longitud a la segunda dorsal

LPC: Longitud al pedúnculo caudal

LH: Longitud a la Horquilla caudal

LT: Longitud total

EI: Espacio interdorsal

LP: Longitud a la pectoral

LPV: Longitud a la aleta pélvica

LA: Longitud a la aleta anal

LC: Longitud del clasper (discriminando D: Derecho, I: Izquierdo)



Ficha de campo: Segunda parte

MACHO

Presencia de esperma: Si ___ No ___ Raíz cartilago claspers endurecida: Si ___ No ___

Presencia de rotación clasper: _____ Color testículos: _____

Observaciones: _____

HEMBRA

Estadio I – Inmaduro I (no ovocitos) _____

Estadio II – Inmaduro II (ovocitos en desarrollo) _____

Estadio III – Maduro I (ovocitos de mayor tamaño, aumento tamaño de útero) _____

Estadio IV – Maduro II (> cant. Ovocitos, ovocitos y útero de > tamaño, embriones) _____

No. embriones: _____

No. machos: _____ Tallas: _____ Pesos: _____

No. Hembras: _____ Tallas: _____ Pesos: _____

Tamaño ovario derecho: _____ Tamaño ovario izquierdo: _____

Tamaño útero: _____ Color ovarios: _____

Color útero: _____

Observaciones: _____

CONTENIDO ESTOMACAL

Grado de llenado: Lleno ___ Medio lleno ___ Casi vacío ___ Vacío ___

Grado de digestión: Fresco ___ Medio digerido ___ Digerido ___

Presas: _____

Notas: _____



Anexo 2. Frecuencias de individuos por especie desde 2004 hasta 2012 en los diferentes caladeros.

	EL			
	NORTE	BUSHNELL	INGLÉS	SOCORRO
<i>Carcharbinusacronotus</i>	Rara	-	-	-
<i>Carcharbinusfalciformis</i>	Rara	-	-	-
<i>Carcharbinuslimbatus</i>	Habitual	Rara	Rara	Rara
<i>Carcharbinusobscurus</i>	Rara	-	-	Rara
<i>Carcharbinusperezi</i>	Rara	Rara	-	-
<i>Carcharbinusporosus</i>	Rara	-	-	Rara
<i>Galeocerdocuvier</i>	Rara	-	Rara	-
<i>Ginglymostomacirratum</i>	Rara	Rara	-	Rara
<i>Musteluscanisef</i>	Rara	-	-	-
<i>Rhizoprionodonlalandii</i>	Rara	-	Rara	-
<i>Rhizoprionodonporosus</i>	Comun	Habitual	Rara	Rara
<i>Rhincodontypus</i>	Rara	-	-	-
<i>Sphyrnalevini</i>	Rara	-	-	Rara
<i>Sphyrnamokarran</i>	Rara	-	-	-
<i>Spyrnatudes</i>	Rara	-	-	-

La ausencia de una especie en el caladero está representada por guion (-)

Anexo 3. Test de Chi Cuadrado para *CarcharbinusLimbatus* en el caladero el Norte.

Variable		Adultos		NeoJuv		Case
Case		Adultos	NeoJuv	Adultos	NeoJuv	
1	Observed	0	1	0	1	1
	Expected	0,30	0,70	0,30	0,70	
	Cell Chi-Sq	0,30	0,13	0,30	0,13	
2	Observed	4	10	4	10	14
	Expected	4,26	9,74	4,26	9,74	
	Cell Chi-Sq	0,02	0,01	0,02	0,01	
3	Observed	2	5	2	5	7
	Expected	2,13	4,87	2,13	4,87	
	Cell Chi-Sq	0,01	0,00	0,01	0,00	
4	Observed	1	0	1	0	1
	Expected	0,30	0,70	0,30	0,70	
	Cell Chi-Sq	1,59	0,70	1,59	0,70	
		7	16	7	16	23
Overall Chi-Square		2,76				
P-value		0,4305				
Degrees of Freedom		3				



Anexo 4. Test de Chi Cuadrado para *Rhizoprionodonporsusen* en el caladero el Norte.

Variable

Case		Adultos	NeoJuv	
1	Observed	1	7	8
	Expected	4,49	3,51	
	Cell Chi-Sq	2,71	3,46	
2	Observed	9	8	17
	Expected	9,54	7,46	
	Cell Chi-Sq	0,03	0,04	
3	Observed	11	0	11
	Expected	6,17	4,83	
	Cell Chi-Sq	3,78	4,83	
4	Observed	2	3	5
	Expected	2,80	2,20	
	Cell Chi-Sq	0,23	0,30	
		23	18	41
Overall Chi-Square		15,38		
P-value		0,0015		
Degrees of Freedom		3		

Anexo5. Test de Chi Cuadrado para *Rhizoprionodonporsusen* en el caladero Bushnell.

Variable

Case		Adultos	NeoJuv	
1	Observed	1	0	1
	Expected	0,89	0,11	
	Cell Chi-Sq	0,01	0,11	
2	Observed	30	4	34
	Expected	30,11	3,89	
	Cell Chi-Sq	0,00	0,00	
		31	4	35
Overall Chi-Square		0,13		
P-value		0,7155		
Degrees of Freedom		1		



Anexo 6. Test de Chi Cuadrado para *Rhizoprionodonporsusen* en el caladero El Inglés.

Case		Variable		
		Adultos	NeoJuv	
1	Observed	3	2	5
	Expected	3,75	1,25	
	Cell Chi-Sq	0,15	0,45	
2	Observed	6	1	7
	Expected	5,25	1,75	
	Cell Chi-Sq	0,11	0,32	
		9	3	12

Overall Chi-Square 1,03
P-value 0,3105
Degrees of Freedom 1

Anexo 7. Test de Chi Cuadrado para *Rhizoprionodonporsusen* en el caladero Socorro

Case		Variable		
		Adultos	NeoJuv	
1	Observed	1	0	1
	Expected	0,82	0,18	
	Cell Chi-Sq	0,04	0,18	
2	Observed	1	0	1
	Expected	0,82	0,18	
	Cell Chi-Sq	0,04	0,18	
3	Observed	3	1	4
	Expected	3,27	0,73	
	Cell Chi-Sq	0,02	0,10	
4	Observed	4	1	5
	Expected	4,09	0,91	
	Cell Chi-Sq	0,00	0,01	
		9	2	11

Overall Chi-Square 0,58
P-value 0,9009
Degrees of Freedom 3



Anexo 8. Test de Chi Cuadrado para *Carcharhinuslimbatus* en el caladero Socorro

Case	Variable		
	Adultos	NeoJuv	
1	Observed	1	1
	Expected	1,00	1,00
	Cell Chi-Sq	0,00	0,00
2	Observed	0	1
	Expected	0,50	0,50
	Cell Chi-Sq	0,50	0,50
3	Observed	1	0
	Expected	0,50	0,50
	Cell Chi-Sq	0,50	0,50
		2	2
			4
Overall Chi-Square	2,00		
P-value	0,3679		
Degrees of Freedom	2		