

APROXIMACIÓN A LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS ESENCIALES DEL
TIBURÓN *Rhizoprionodon porosus* DESDE 2004 - 2012 EN ISLA FUERTE, BOLÍVAR,
CARIBE COLOMBIANO.

Maria Paola Reyes Gómez

Pontificia Universidad Javeriana

Facultad de Ciencias

Carrera de Biología

Bogotá D.C

2018

APROXIMACIÓN A LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS ESENCIALES DEL
TIBURÓN *Rhizoprionodon porosus* DESDE 2004 - 2012 EN ISLA FUERTE, BOLÍVAR,
CARIBE COLOMBIANO.

Maria Paola Reyes Gómez

Concepción Judith Puerta Bula, Ph.D
Decano Académico

Jorge Hernán Jácome Reyes Ph.D
Director del Programa Académico

APROXIMACIÓN A LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS ESENCIALES DEL
TIBURÓN *Rhizoprionodon porosus* DESDE 2004 - 2012 EN ISLA FUERTE, BOLÍVAR,
CARIBE COLOMBIANO.

Maria Paola Reyes Gómez

Fabio Guillermo Gómez Delgado, MSc.

Director

Carlos Fabián Morantes Ariza

Codirector

Germán Leonardo Jiménez Romero, Ph.D

Jurado

NOTA DE ADVERTENCIA

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

Artículo 23 de la Resolución del 13 de Julio de 1946

DEDICATORIA

“Esperaba el momento perfecto, lo que no sabía era que no existía, y es que jamás estuvo más lista, jamás estuvo más preparada para entender que con cada paso que daba aún cuando sentía que se alejaba, aún cuando se sentía sola y perdida, aún cuando creía que todo estaba perdido, todo eso, era solo un instante.

Y es que el camino para acercarse a eso que le faltaba, era un paso adelante para lograr encontrarse, para ser mucho más ella de lo que jamás fue y es que su corazón se regocijaba cada vez que recordaba cada instante junto al mar, cada aprendizaje adquirido, cada recuerdo junto a esos que tanto amor le dieron, esos que siempre creyeron en ella. Mientras cae la tarde y su mirada se pierde a través del vidrio que aquella enorme ventana frente a ella, su alma inquieta y curiosa se sentía intranquila, está a unos pasos de uno de los momentos más importantes de su vida, debe dejar atrás por un instante todo cuanto ha deseado, la belleza que siempre le ha fascinado contemplar, la ilusión de control sobre su vida, toda idea errada sobre lo que era y no era, debe esperar unos minutos más, ahora las ideas que rondan en su cabeza se han apagado, solo una cosa empieza a estar latente, varias letras se han albergado ahí, sonetos fríos y lejanos invaden el fondo de este panorama, muchas palabras han regresado a ella, se ha vuelto a encontrar, solo le quedan varias de sus tantas citas favoritas de esos libros que tanto marcaron el inicio de una gran aventura y es que entre Verne y Hemingway, entre boleros y sonetos tristes, entre cafés e insomnios se le ha permitido soñar, se le ha permitido añorar... se le ha permitida ser feliz.

Todo tiene sentido para ella ahora, y al final “...Mientras el corazón lata, mientras la carne palpita, no me explico como un ser dotado de voluntad se deje dominar por la desesperación...”, al fin y al cabo “...El hombre no está hecho para la derrota. Un hombre puede ser destruido, pero no derrotado...”.

(Maria Paola Reyes Gómez)

AGRADECIMIENTOS

La vida tiene muchas formas de mostrar cuán afortunados somos, nos regala instantes, en ciertos momentos, aprendizajes y mejor aún, personas que comparten este camino. Y es que todo este proceso no sería nada sin ellos, y una de las tantas formas de agradecer es regalarle un pedazo de mis paginas, de mis letras, de mi gratitud y cariño.

A mis padres por todo su apoyo incondicional e infinito amor, soy lo que soy gracias a ustedes, he hecho todo cuanto he querido gracias a que ustedes han entendido y estado ahí, en especial a mi madre por su incondicional paciencia y comprensión a veces forzada cuando encontraba algún pez, ave o insecto en algún lugar de la casa.

A mi hermano porque para bien o para mal ha sido un gran apoyo y una persona incondicional, soy una persona de ciencia gracias a todas esas historias que me contabas, gracias a todo ese amor que me transmitías.

A Fabio por regalarme los mejores cinco años de mi vida académica, por tanto conocimiento y aprendizaje, por los litros de café y las horas de tertulia académica, por ser mi maestro y amigo por ser el primero en creer en esto y en lo que podía ser, soy más yo gracias a ti.

A Carlos por este último año y medio de retos, de pruebas, por llevarme más allá de mis límites y demostrarme de lo que soy capaz, por creer incluso cuando yo dudé, por esto que empezó tan diferente y hoy me permite tener a un gran maestro y amigo.

A German por tres años de conservación, de regaños, de consejos, de escuchar, de compartir y tantos cafés y quinua, por permitirme crecer junto a él.

A Andres Moreno por ser el mejor primo mayor y padrino de todos, por su apoyo incondicional en todas mis locuras.

A mi familia por permitirme ser, por la paciencia y el cariño, por enseñarme, por arreglar el país en cada conversación política, económica, científica, entre otras. y permitirme ser parte de eso, he crecido un poco más junto a ustedes.

A mis amigos Maria Paula, Catalina, Alejandra, Lina, Felipe, Christian, Pablo, Leslie y a todos los que corresponda, porque han sido un apoyo incondicional entre cosas buenas y malas, en algún punto tanta pasión converge en una sola cosa y nos tiene aquí, nos mantiene unidos y nos lleva juntos en este camino, nos ha permitido soñar, ser felices y compartir y aprender entre nosotros.

A mi profesores por moldear y construir, por transmitir el conocimiento, por compartir conmigo dentro y fuera del salón de clases y hacerme mejor persona, he crecido y aprendido gracias a ustedes.

Y por último pero no menor importante a mi amada comunidad de Isla Fuerte quienes me han recibido siempre con los brazos abiertos, me han enseñado otra visión de la vida y me han permitido experimentar y entrar en contacto con la parte más profunda de mi carrera y de mi pasión, ha sido la experiencia más maravillosa de todas.

RESUMEN

Isla Fuerte se considera como un elemento importante para la protección de las especies de tiburón, dada su importancia ecológica y las interacciones tróficas dentro de los ecosistemas siendo esto fundamental dentro de los planes de conservación en donde *Rhizoprionodon porosus* no es la excepción.

La identificación de las áreas esenciales permiten tener un acercamiento al conocimiento de la historia de vida de la especie y el funcionamiento de las dinámicas, siendo zonas que ofrecen diversos recursos los cuales son aprovechados por la especie, es por todo esto que el presente trabajo tiene como finalidad lograr un primer acercamiento a la identificación de estas áreas.

Es por eso que entre los años 2004 - 2012 se logró identificar la existencia de áreas para *R. porosus*, logrando reconocer la presencia de áreas esenciales de crianza tanto primarias como secundarias y potenciales áreas de alimentación y reproducción de la especie. Adicionalmente, las condiciones oceanográficas juegan un papel fundamental en el movimiento de las áreas en donde la temperatura y la salinidad son las variables con mayor preferencia sobre las áreas y mostrando que bajo la teoría del portafolio las áreas pueden cambiar e incluso ser utilizadas por la especie para diferentes funciones.

1. INTRODUCCIÓN

Los tiburones juegan un papel fundamental dentro de los ecosistemas marinos, no solo son parte de la cadena trófica sino que además su ausencia podría generar grandes impactos sobre los ecosistemas donde residen. Dada la necesidad de estudiar y proteger estos organismos, Colombia, establece un plan de manejo y conservación a nivel nacional, el PAN-Tiburones (Plan de Acción Nacional para la Acción y Conservación de Tiburones, Rayas y Quimeras) dentro del cual no solo surge la necesidad de estudiar estos animales, sino también de generar estrategias para garantizar su supervivencia.

Por consiguiente, las áreas esenciales juegan un papel fundamental no sólo como parte de la historia de vida de estas especies sino también como un componente fundamental dentro de la investigación para los planes de conservación puesto que estas áreas ayudan a establecer y dilucidar no solo la presencia de los tiburones sino los usos sobre el territorio permitiendo acercarnos más a estos organismos y generar conocimientos sobre sus relaciones tróficas en el medio donde se encuentran aportando información valiosa para los planes de manejo y conservación de las especies.

Es por todo lo anterior que Isla Fuerte se ha convertido en una zona de interés para la identificación de las potenciales áreas esenciales existentes. La actividad pesquera es uno de los recursos de sustento más importantes que tiene en este momento, lo cual ha permitido una pesca sin control y con pocas regulaciones produciendo cambios en las dinámicas y aumentos en el esfuerzo de captura, obligando a los pescadores a ir a grandes distancias para pescar y pasar más tiempo en cada faena.

El presente trabajo tiene como finalidad lograr un primer acercamiento a la identificación de las áreas esenciales de la especie *Rhizoprionodon porosus* entre los años 2004 a 2012, reconocer los diferentes usos que estas especies le dan a las zonas en Isla Fuerte y establecer si han existido variables que hayan hecho que estos tiburones prefieran unas zonas sobre otras logrando un acercamiento para el establecimiento de áreas de conservación para Isla Fuerte.

2. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existen muchos retos dentro de las investigaciones con tiburones enfocados a la identificación y definición de las áreas esenciales. La protección de los diferentes hábitats donde se encuentran es uno de los objetivos principales que se quieren conseguir dentro del Plan de Acción Nacional para la conservación de tiburones (PAN-tiburones). Los tiburones, en términos generales, se consideran animales migratorios y activos, razón por la cual se cree que no cumplen todas sus funciones dentro de una misma área; esto se puede variar dependiendo de la oferta de cada lugar en el que se encuentren, las condiciones ambientales de la época climática y sus preferencias bio-ecológicas.

Existen diferentes tipos de áreas que componen a las esenciales dentro de un territorio, las cuales permiten a las especies cumplir funciones específicas, según sus necesidades, como la alimentación, la reproducción, la crianza, entre otros. Estas áreas deben cumplir ciertos criterios para que las especies se inclinen a estar en esas zonas. Lo anterior, está estrechamente relacionado con los cambios oceanográficos que se dan en los diferentes periodos, pero estos sitios pueden ser fijos o móviles según estos cambios ambientales. De todo lo anterior, se desprenden las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuáles son las diferentes áreas esenciales para *Rhizoprionodon porosus* en Isla Fuerte?

¿Cuáles son los usos que le da *Rhizoprionodon porosus* a cada una de estas áreas?

¿Las áreas existentes para *Rhizoprionodon porosus* en Isla Fuerte son fijas o móviles?

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Antecedentes

3.1.1 Mundial

Las áreas esenciales están relacionadas con las amenazas que han sufrido las diferentes poblaciones de tiburones en el mundo y el deterioro de las mismas. Dentro de la problemática actual que ha generado su concepción, el término se acuña en principio por la preocupación que empieza a surgir en la disminución de las poblaciones y el interés de generar conocimiento sobre

los hábitats donde se encuentran contribuyendo a la estructuración de planes de manejo y conservación. Lo anterior ha generado que se reestructure el término de áreas esenciales logrando hoy en día tener un concepto que unifica los diferentes componentes y que permite un acercamiento al conocimiento de estos organismos (Sosa, *com. Pers.*, 2014).

En un principio los trabajos fueron dirigidos al estudio de las áreas de crianza puesto que se consideraban las únicas áreas existentes para tiburones pero investigaciones posteriores reorientaron el concepto a las áreas esenciales en donde se cambió la visión por completo incluyendo así diferentes usos como la alimentación, al reproducción, la crianza, el descanso, entre otros.

Existen diferentes trabajos en los cuales autores como Meek (1916), Olsen (1954) proponen áreas a partir e las observaciones de tiburones en estadios juveniles y su acumulación en aguas con características como la poca profundidad. Además de esto empezaron a observar ciertas tendencias en la agregación de tiburones como *Galeocerdo sp.*, *Mustelus sp.* Y *Galeocerdo galeus*, en donde la cantidad de hembras en alumbramiento era muy alta, todo lo anterior llevó a que estos autores denominaron estas áreas como de crianza. Es importante aclarar que autores como Meek (1916) consideran que los tiburones tienen lugares específicos en donde desovan luego de sus migraciones con la característica de ser zonas muy alejadas de las costas. Por su parte, Olsen (1954) considera que estas zonas están ligadas a un patrón en las migraciones durante los estadios juveniles los cuales establecen áreas de crianza en las aguas abiertas con una tendencia en temporadas específicas siendo el verano las de preferencia.

Por su parte, otras áreas importantes dentro de las áreas esenciales son las áreas de alimentación en donde Springer (1967) en Gilbert *et. Al*, s.f propone que existen cambios dentro de las condiciones del mar en donde la temperatura juega un papel fundamental ya que plantea que este comportamiento motiva los movimientos entre zonas para buscar el alimento y se ve afectado por los cambios en las condiciones oceanográficas.

Más adelante, Bass (1978) plantea dentro de las áreas enfocadas a la crianza que se dividen en dos. Las primarias en donde los tiburones y neonatos pasan parte de sus primeros años de vida y las secundarias en donde los tiburones en estadios juveniles y preadultos habitan hasta llegar a la edad adulta y dentro de las cuales su principal función es brindar protección y alimento para poder garantizar el crecimiento de los tiburones allí presentes.

Dado lo anterior, Carlson (1999) retoma los conceptos de Meek (1916) y de Olsen (1954) pero establece que las migraciones se hacen en los estadios adultos, mientras que los tiburones juveniles se encuentran dentro de áreas específicas denominadas de crianza junto a tiburones en estadios neonatos en donde además pueden encontrar recursos para alimentarse, protegerse de depredadores y otros peligros a los cuales se pueden ver expuestos.

Para terminar, Castro (1987; 1993), establece que las áreas de crianza son geográficamente discretas, en donde estas áreas son específicas y tienen características particulares que son de preferencia para cada especie y que tienen una alta oferta para ser utilizado de diferentes formas.

3.1.2 Colombia

El Plan de Acción Nacional de Tiburones (PAN Tiburones) como parte de sus líneas de acción y sus objetivos buscan garantizar la conservación y manejo sostenible de los tiburones, rayas y quimeras, a partir de una serie de propuestas y estrategias tanto regionales como nacionales por medio de diversos componentes dentro de los cuales las áreas esenciales se encuentran bajo la temática de manejo y conservación en donde estas áreas son elementos importantes de definición como aporte valioso para el Plan de Acción (Caldas, *et. Al*, 2010).

En Colombia, existe un solo trabajo realizado en el país para la identificación y priorización de áreas esenciales, desarrollado por la Fundación Squalus, en donde se generó un informe en donde se obtuvieron diversas variables a partir de la consulta bibliográfica la cual permitió establecer los parámetros a utilizar para cada una de las áreas contenidas dentro de las áreas esenciales.

Cabe resaltar que dentro del estudio realizado por la fundación, dada la cuadrícula utilizada sobre las zonas evaluadas en el pacífico colombiano la referencia que se hace en este trabajo es de “hábitat esenciales” pero dado que estas zonas son muy extensas dentro de la delimitación hecha en el trabajo deberían referirse realmente a áreas esenciales dado que existen dentro de cada una de las áreas diferentes hábitats con usos particulares que pueden ser aprovechados de diferentes formas por los tiburones.

Sumado a lo anterior, el trabajo realizado tuvo en cuenta un factor adicional importante para entender el comportamiento de cada una de las zonas así como también las preferencias de los tiburones sobre estas y son las variables oceanográficas, planteando una correlación en donde a partir de factores como la salinidad, la temperatura superficial del mar, la salinidad y el pH, se pueden encontrar potenciales áreas y así priorizar las que se consideran más importantes para dirigir así acciones de investigación y manejo contribuyendo a su conservación (Navia, *et. al*, 2012).

3.1.3 Caribe continental - Isla Fuerte

La isla ha sido identificada como un área potencial de crianza y alrededor del sistema arrecifal se han propuesto áreas potenciales de crianza, a partir de diferentes trabajos realizados. En 2009, Reyes hizo una primera caracterización de áreas de crianza para tiburones, por medio de características tanto bióticas como abióticas, correlacionando presencia de los diferentes estadios de desarrollo de los tiburones (neonatos, juveniles, adultos), proporciones de macho /hembra y presencia de hembras grávidas con las variables fisicoquímicas de las zonas evaluadas. En este estudio se encontró que caladero denominado El Inglés, es área potencial de crianza primaria de *Carcharhinus limbatus*, y *Sphyrna lewini*, y área de crianza secundaria para *Rhizoprionodon lalandii*, mientras que el caladero del Norte es área primaria para *S. lewini*.

Para el mismo año, Trejos (2009) realizó una evaluación preliminar de tres zonas del Caribe colombiano para establecer posibles áreas de crianza, a partir de los criterios planteados por Heupel (2007), y definiendo variables como la proporción de los tiburones en los diferentes

estadios en las zonas evaluadas, encontrando que los tiburones de tallas pequeñas utilizan las tres zonas para establecerse ahí durante toda su vida mientras que los tiburones grandes tienden a migrar a otras zonas en busca de recursos concluyendo así, que dentro Isla Fuerte existen áreas de crianza.

Por su parte, Salazar en el 2012 realizó una definición de caladeros como áreas de crianza para tiburones en Isla Fuerte. A partir de las proporciones en los estadios (neonatos, juveniles y adultos) en cada uno de los caladeros muestreados se evaluó la permanencia de los individuos en estas áreas, así como también la frecuencia de registro tanto visual como producto de la pesca, obteniendo como resultado que el Norte es un área de crianza para Isla Fuerte mientras que El Inglés, Bushnell y Socorro no poseen información suficiente para la definición de estas. Parte del trabajo que realizó también se enfocó en definir otro tipo de áreas presentes en Isla Fuerte logrando definir a Bushnell como un área de alimentación a partir de los índices de vacuidad de la especie *Rhizoprionodon porosus* y *Carcharhinus perezii*. Es importante aclarar que Salazar (2012), a pesar del trabajo de grado realizado, por un problema metodológico realmente no logra definir las áreas de crianza puesto que totalizó y sumó todos los estadios encontrados de todas las especies y luego asumió que esas eran áreas de crianza.

Adicionalmente, Ladino (2012) realizó un metaanálisis de la población de *Rhizoprionodon porosus* en Isla Fuerte encontrando proporciones sexuales entre las poblaciones de 2.3M:1H y relaciones entre la abundancia y la profundidades de los individuos. La estructura poblacional de la especie se reportó con estadios avanzados y una tendencia de los machos por mantenerse cerca de Isla Fuerte todo el año mientras que el comportamiento de las hembras está enfocado a las migraciones reproductivas hacia los meses de mayo sugiriendo así una segregación tanto sexual como por estadios.

Es por esto que el presente trabajo tiene como finalidad lograr una aproximación a la identificación y definición de las áreas esenciales para la especie *Rhizoprionodon porosus*, esto se debe a su alto porcentaje de composición de captura desde el año 2004 hasta el 2012 y por su valioso aporte al conocimiento de la especie y los retos dentro de la conservación.

3.2 Marco Geográfico

3.2.1 Áreas de Estudio

Isla Fuerte es una isla del Caribe Colombiano ubicado frente a las costas de Córdoba (9°23'11" N, 76°10'5" W) a 11Km del continente (Anderson, 1975). Geográficamente se encuentra dentro del departamento de Córdoba, pero políticamente está bajo la jurisdicción de Bolívar perteneciendo al corregimiento de Cartagena de Indias y haciendo parte del cordón de islas coralinas que van desde Punta Barú hasta islas del Rosario y San Bernardo (Phral & Erhardt, 1986). La elevación máxima de isla es de 12 m.s.n.m con influencia de la zona de convergencia intertropical, razón por la cual presenta un clima cálido y altas precipitaciones (Castaño, 2012).

Parte de su formación es debido a una plataforma calcárea levantada, con una superficie total de 3,25 Km², aunque cabe resaltar que el cordón arrecifal al que pertenece permite tener una extensión total de 16,6 Km² (Anderson, 1971). Dentro de los ecosistemas más relevantes dentro de la zona de estudio se encuentran diferentes estructuras arrecifales, una vasta extensión de praderas de fanerógamas, amplias zonas de litorales tanto arenosos como rocosos ubicados al norte de la isla y grandes bosques de manglar distribuidos por casi toda la Isla (Díaz *et. al*, 2000).



Figura 1. Mapa de la ubicación del área de estudio. (Imagen de Google Earth).

La isla representa uno de los elementos más importantes de la extensión arrecifal perteneciente a un cordón discontinuo de islas que va hasta Cartagena. El posible levantamiento y emersión de la isla es debido a su origen probablemente por diapirismo (Díaz, 1996) o tectonismo (Anderson, 1971).



Figura 2. Mapa de Isla Fuerte con las principales playas.

En Isla Fuerte habitan familias que basan su sustento de la pesca y la agricultura. En 2004 por un convenio entre la Pontificia Universidad Javeriana y Eco-Ocean Foundation, se hizo el primer censo de la población registrando 1205 personas resaltando también las principales actividades laborales a las cuales se dedican siendo la pesca, agricultura, educación, lancheros, turismo, entre otros, parte de su sustento cotidiano (Cristancho, 2015).

3.3 Marco Conceptual

3.3.1 Teoría del portafolio

Esta teoría nace de la economía social y hoy en día está relacionada con conceptos biológicos y actualmente aplicada en muchas de las investigaciones con tiburones. Esta teoría permite ver de una nueva forma las áreas esenciales refiriéndose a la disponibilidad de recursos, bienes y

servicios que le ofrece uno o varios hábitats a una especie o población determinada (Yates, *et. Al*, 2012). Isla Fuerte se plantea como un área donde podría aplicarse la teoría del portafolio puesto que existen diferentes hábitats que son y pueden ser utilizados por los tiburones de diferentes formas, ya que ofrecen diversos recursos que son aprovechados por estos para suplir sus necesidades, llegando a considerarse servicios de soporte que garantizan el bienestar de las poblaciones de *Rhizoprionodon porosus* (Yates, *et.al*, 2012).

Con el fin de explicar mejor el planteamiento de la teoría, la ejemplificación más concreta es la misma en la que un individuo adquiere un portafolio de servicios en un banco donde tiene una amplia variedad de ofertas para poder tomar la mejor decisión frente a los beneficios que puede generarle esto en el entorno en el que se desempeñe. Es importante tener en cuenta que muchos de los servicios adquiridos no son fijos, por lo que la persona puede utilizar en cualquier lugar algunos de estos productos según las características de la situación del servicio utilizado.

De igual manera, los tiburones pueden utilizar un área en diferentes momentos con diferentes usos, por lo que la teoría propone que ningún área es fija para un uso determinado sino que puede cambiar según cambian las condiciones ambientales.

3.3.2 Áreas Esenciales

Las áreas esenciales son definidas desde la ecología como “aquellas aguas y sustratos que necesitan los peces para desovar, reproducirse, alimentarse o crecer para alcanzar la madurez” (Ley de Manejo de Magnuson-Stevens, 1996), en donde pueden considerarse áreas fijas en una temporada determinada, pero que podría, en las siguientes temporadas modificarse y cambiar por diferentes factores como las condiciones oceanográficas. Según Navia *et. al* (2012) dentro de la conceptualización de áreas esenciales se reconoce la importancia de los ciclos de vida una especie dando una gran importancia al vínculo entre el tamaño de la población y los patrones de reclutamientos. Esto se relaciona estrechamente con la conservación y el manejo de las especies, en este caso, producto de la pesquerías en donde las áreas esenciales cumplen ciertos requisitos que ayudan a comprender la composición de las áreas. (Sosa, O. 24 de Octubre, 2014).

Las áreas esenciales se pueden diferenciar según el uso que los tiburones les den a estas, los cuales son:

3.3.2.1 Áreas de Alimentación

La identificación de estas áreas contribuye a conocer más de cerca los aspectos bio-ecológicos en los ecosistemas (Movillo & Bahamonde, 1971). Las áreas de alimentación de una especie, están centradas en el análisis del contenido estomacal puesto que esto permite conocer las dietas y brindan información sobre el ecosistema y las interacciones que presentan (Aguirre, 2000). Los niveles tróficos son componentes biológicos importantes para los tiburones ya que hacen un aporte energético enfocado a la cantidad y diversidad de presas capturadas y consumidas las cuales son de gran importancia para el conocimiento de los hábitos alimenticios y su interacción con el ambiente (Wetherbee & Gruber, 1993; Cortés & Gruber, 1990).

Las áreas de alimentación son necesarias ya que representan un espacio de nutrición y crecimiento para alcanzar la madurez con éxito y sobrevivir (Froeschke, 2010). Es por eso que en este trabajo se propone que los criterios fundamentales que se utilizaron fueron la proporción de los contenidos estomacales y el grado de digestión del alimento allí contenido, comparando estómagos llenos frente a vacíos, si esta proporción es alta, podría confirmar la idea de un área de alimentación, adicional a esto se mira el grado de digestión del contenido encontrado en donde estómagos con alimentos poco o medianamente digeridos indicaría que el animal acaba de comer, reafirmando la presencia de áreas de alimentación. Con esta información se pueden obtener diferentes índices como aportes a la información de dietas y dinámicas dentro de los territorios usados por los tiburones como la disponibilidad de alimento (Navia, *et. al.*, 2012). Se realizaron pruebas de chi cuadrado con el fin de aproximarse a la identificación de las áreas que los tiburones usan para alimentarse a partir de la proporción de contenidos estomacales llenos y medio llenos junto con los grados de digestión medios o bajos permitiendo ver las diferencias significativas de cada una de las zonas.

3.3.2.2 Áreas de Crianza

Este tipo de áreas son aquellas en las que las hembras grávidas alumbran y los tiburones neonatos y juveniles se encuentran presentes hasta alcanzar la edad adulta (Castro, 1993; Simpfendorfer et al., 1993; Skomal, 2007). Estas áreas se dividen en dos, las primarias, en donde la mayor proporción de individuos son neonatos hasta un año de edad, los cuales se identifican por la presencia de la cicatriz umbilical abierta, y las secundarias en donde hay presencia de neonatos y juveniles, estos últimos identificados por la presencia de cicatriz umbilical cerrada, se encuentran en mayor frecuencia que los adultos puesto que será aquí en donde terminarán su desarrollo hasta alcanzar la adultez (Bass, 1978; Carlson, 1999; Heupel *et. al*, 2007).

Dentro de las características que presentan las áreas de crianza están la disponibilidad de alimento, la capacidad de refugio y ser sitios habitables en donde las condiciones sean aptas para garantizar su desarrollo hasta las etapas adultas (Prosser, 2004). Todos los tiburones presentan migraciones tanto en aguas abiertas como locales, estas últimas son las que permiten entender el movimiento dentro del territorio donde se encuentran (Tavares & Sánchez, 2012). Sin embargo, los neonatos tienden a mantenerse dentro de las áreas de crianza y solo migran en ocasiones particulares a unas nuevas cuando pasan a estadios juveniles, pero solamente se mueven dentro de estas áreas que ofrecen los recursos necesarios para su desarrollo.

Lo anterior es importante para la delimitación y definición de estas áreas que garantizan la conservación de las especies de tiburones puesto que son bancos de descendencia que permiten asegurar la preservación de la especie en los planes de manejo y conservación.

Por su parte, Heupel et. Al. (2007) propuso criterios a tener en cuenta para la definición de las áreas de crianza:

1. Frecuencia: Los neonatos y juveniles se encuentran en proporciones mayores que juveniles y adultos.
2. Filopatría: Los tiburones tienden a regresar para reproducirse en las áreas donde nacieron.
3. Fidelidad: Los individuos de una especie utilizan el área a través de los años de forma repetida.

Las proporciones de neonatos, juveniles y adultos es importante tenerlas en cuenta para evaluación de áreas de crianza, a través de una prueba de chi cuadrado se puede discriminar si hay diferencias significativas entre estas proporciones y esto es lo que permite definir si el área de crianza es primaria o secundaria.

3.3.2.3 Áreas de Descanso

Varios autores proponen la idea de que los tiburones dentro de sus ciclos diarios duermen en zonas específicas, para esto deben tener condiciones particulares puesto que según sus procesos fisiológicos, los tiburones necesitan moverse para permitir el paso de agua a través de sus branquias para realizar su proceso respiratorio (Mojeta, 2005), es por esto que para descansar requieren zonas que provean corrientes donde ellos puedan dormir como cuevas o canales que les permitan estar detenidos mientras el agua fluye, así como también debe proveer una alta oxigenación que le permita a las especies poder entrar en un estado tónico para que puedan descansar (Jaime, 2012). Dentro de los estudios realizados, se consideran las zonas de descanso de los tiburones como aquellas en donde las corrientes son altas y las aguas son claras permitiéndole al tiburón pasar tiempo ahí sin exponerse a los depredadores.

3.3.2.4 Áreas de Reproducción

Estas áreas tienen en cuenta diferentes variables como el tamaño y la edad para poder definir la madurez de los diferentes individuos (Romine *et. Al.*, 2009). Parte importante de esto se basa en las proporciones de machos y hembras dentro de las zonas puesto que estas se agregan con el fin reproducirse (Barnett *et. Al.*, 2010).

La madurez sexual es un buen indicador de estas áreas, la madurez gonadal es tal vez de los factores más importantes a tener en cuenta para esto (Tabla 1).

Tabla 1. Características del desarrollo gonadal de hembras y machos para la identificación del estado de madurez sexual.

HEMBRAS	
I	Inmadura: Sin desarrollo ovárico, ovarios pequeños de textura acuosa, oviductos delgados poco diferenciados
II	En maduración: Ovarios delgados, consistentes y de apariencia uniforme, sin ovocitos visibles, oviductos delgados y diferenciables
IIIa	Madura sin embriones: Ovario con ovocitos visibles, oviductos gruesos y útero parcialmente ensanchado
IIIb	Madura con embriones: Ovarios con ovocitos, embriones ubicados dentro de los úteros, que se encuentran ensanchados, ocupando gran parte de la cavidad visceral
IV	Maduras postparto: Útero ensanchado con paredes sanguinolientas y flácidas. Abertura cloacal expandida
MACHOS	
I	Inmaduro: Testículos acuosos, ductos poco diferenciados, cláster pequeños, flácidos, rifiodón cerrado, ausencia de semen y rotación menor a 360°
II	En maduración: Testículos consistentes, ductos bien desarrollados, epidídimos enrollados en la porción anterior y media, del ducto eferente, cláster aumentan de tamaño y están parcialmente calcificados
III	Maduro: Testículos con lóbulos prominentes indicativos de activa producción espermática, conducto deferente se extiende adyacente a la columna vertebral, epidídimo enrollado a lo largo de todo el conducto hasta llegar a la vesícula seminal, cláster totalmente calcificados, con rifiodón abierto y presencia de semen

En las hembras se tiene en cuenta factores como el tamaño de los ovarios, el color, estado de madurez en el que se encuentre, entre otros. Mientras que para los machos las características a tener en cuenta se basan en la presencia de esperma, si el clasper presenta rotabilidad, entre otros. Es importante tener en cuenta que las temporadas de apareamiento son específicas y presentan picos altos para ciertas épocas del año (Baremore & Hale, 2010).

Las proporciones de madurez sexual tanto en machos como en hembras permiten establecer cuales son áreas de reproducción teniendo en cuenta los resultados de las pruebas de chi cuadrado obtenidos de los datos para machos y hembras a partir de diferencias significativas.

3.3.3 Variables oceanográficas

Un factor fundamental para la identificación de las áreas esenciales de tiburones son las variables oceanográficas (Rooper & Martin, 2009). Estas variables son tenidas en cuenta a partir de patrones de distribución y de movimiento, pero los factores biológicos y físicos de las zonas y su constante variación en el tiempo hace que relacionar las variables oceanográficas sea difícil, puesto que se relaciona estrechamente con las perturbaciones antrópicas y naturales que puedan sufrir las diferentes zonas con presencia de condriictios, generando efectos en los patrones de

distribución y su preferencia sobre un lugar (Lotze *et. al*, 2006; Ortega, *et. al*, 2009; Froeschke, 2010).

A pesar de esto, la aproximación a la identificación de estas zonas con las variables nos permite tener un primer acercamiento al entendimiento de los patrones de los tiburones, es por esto que varios estudios han logrado tener una hipótesis sobre las variables que pueden ser más relevantes para lograr la aproximación o identificación de las áreas esenciales de tiburones donde la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto resultan siendo los que mejor se ajustan en las distribuciones (Morrissey & Gruber, 1993; Matern *et. al*, 2009; Grubbs & Musick, 2007; Heupel & Simpfendorfer, 2008).

Las variables oceanográficas han jugado un papel fundamental dentro de las áreas esenciales. Dependiendo de la época del año, las condiciones ambientales suelen cambiar, dadas las condiciones de estacionalidad presentes en el trópico. Particularmente, para Isla Fuerte la estacional es bimodal, presentando una época seca entre Enero y Abril y una época de lluvias situada entre los meses de Agosto y Noviembre con unos períodos cortos de transición y veranillo que muestran un cambio temporal muy marcada para la zona (Tabla 2). Dentro de las historias de vida un factor fundamental son las tasas de crecimiento lento de los tiburones (Duque, 2012) favoreciendo el uso de diferentes hábitat a lo largo de toda esa historia (Mojetta, 2006)

Tabla 2. Estaciones climáticas de Isla Fuerte durante el año.

Época	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Seco	■												
Transición a Lluvia					■								
Veranillo							■						
Lluvia								■					
Transición a Seco												■	

Para ver el efecto de las variables oceanográficas sobre las áreas esenciales se aplicó sobre la temperatura un análisis de Cosinor el cual permite ver el ajuste temporal para datos faltantes mostrando un mejor comportamiento en la tendencia de la temperatura así mismo, utiliza los

mesores (Medialin Estimating Statistic Of Rhythm) como el valor promedio de la temperatura, es una media ajustada al ritmo de oscilación de los datos (Refinetti, *et. al*, 2007).

Adicional a esto, la obtención de los datos estimados de las variables oceanográficas para cada uno de los caladeros evaluados se hizo a partir de interpolaciones sobre mapas con cuatro puntos cercanos a Isla Fuerte, permitiendo obtener una estimación del valor de cada variable para cada uno de los años evaluados, aportando así datos para aplicar un análisis de correspondencias canónicas (CCA) que permiten ver la relación entre las abundancias y las variables oceanográficas logrando establecer la importancia de las variables y cómo afecta la preferencia sobre estas zonas por parte de *R. porosus* (Morantes, *com. pers*, 2018) complementandolo con la aplicación de un modelo de predicción lineal para establecer la variación de las medidas de tendencia central con una corrección espacial permitiendo tener el modelo con la menor cantidad de error posible para establecer la relación entre los atributos (Abundancias) y el efecto de las variables respuesta (variables oceanográficas) sobre estos.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

- Proponer una aproximación a las áreas esenciales de *Rhizoprionodon porosus*, su permanencia o movilidad en el tiempo entre 2004 - 2012 en Isla Fuerte, Bolívar.

4.2 Objetivos específicos

4.2.1 Objetivo 1

- Identificar qué áreas son esenciales para *Rhizoprionodon porosus*.

4.2.2 Objetivo 2

- Determinar los diferentes usos de *Rhizoprionodon porosus* en las áreas esenciales.

4.2.3 Objetivo 3

- Establecer los cambios de la distribución de las áreas esenciales de *Rhizoprionodon porosus* en el tiempo.

5. METODOLOGÍA

A partir de una revisión y unificación de las bases de datos existentes en el museo de Historia Natural Lorenzo Uribe S.J., de la Pontificia Universidad Javeriana, se logró obtener toda la información posible sobre la especie *Rhizoprionodon porosus*.

Para el primer objetivo se construyeron mapas de Isla Fuerte a partir de la georreferencia de cada uno de los caladeros registrados para obtener la distribución de los caladeros sobre Isla Fuerte y establecer las áreas con presencia de la especie a través de los años.

Para el Objetivo 2 se extrajo la abundancia de las especies contenidas en las bases de datos de la PUJ, a partir de las variables biológicas establecidas, sumando todos los números de individuos presentes por caladero y discriminando por año, teniendo en cuenta variables las biológicas y analizando los resultados, a partir de gráficos de barras que permitieran establecer los diferentes usos, así como también se hizo test de Chi cuadrado para lograr establecer diferencias significativas para los caladeros con respecto al uso que *R. porosus* tiene sobre estas zonas. A partir de los valores observados frente a los esperados, se calcula el valor de P y se compara con el alfa correspondiente, que para este caso es de 0.05, por lo que todos aquellos valores mayores permiten aceptar la hipótesis nula en donde no hay diferencias significativas, mientras que los valores menores la rechazaron, mostrando diferencias significativas.

Dentro del objetivo 3 las variables oceanográficas utilizadas fueron obtenidas de bases de datos del CIOH, INVEMAR, IDEAM, NOAA, entre otros, con el fin de extraer la mayor cantidad de información posible sobre las variables (temperatura, salinidad, pH, O₂ Disuelto, conductividad) para establecer la variación en el tiempo y su aporte a la movilidad de las áreas. Se realizaron pruebas como Cosinor para ver el ajuste temporal de los datos, se da sobre un modelo de curvas cosenoidal estimando patrones de la variable a partir de periodos de tiempo conocidos.

Por su parte, se obtuvieron mapas con interpolaciones a partir de cuatro estaciones cercanas a Isla Fuerte, es importante resaltar que estas son estimaciones de los posibles valores de las variables evaluadas. Los valores predichos de las variables se obtuvieron de mapas raster donde a partir de CRS (Coordinates Reference System), permitió la manipulación y operación de las variables permitiendo tener acceso a la información.

Por último, se realizó un modelo de predicción lineal que a partir de las medidas de tendencia central con el fin de estimar el efecto de cada variable sobre la abundancias. Este modelo, evaluó el nivel de significancia en 0.1 debido a que se permitió la flexibilidad del valor del alfa, donde la hipótesis planteada permite establecer si hay diferencias significativas de los tiburones sobre las variables oceanográficas. Adicionalmente, se obtiene un intercepto que establece la pertinencia del modelo empleado. Y finalmente se realizó un análisis de correspondencias canónicas (CCA) que permiten ver la relación entre las abundancias y las variables oceanográficas logrando establecer la importancia de las variables y cómo afecta la preferencia sobre estas zonas por parte de *R. porosus*.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Identificación de las áreas esenciales

Solo se analizaron los años 2004, 2006, 2007 y 2012 de toda la serie de tiempo, pues en estos años se registraron datos para *R. porosus*.

Isla Fuerte, cuenta con aproximadamente 50 caladeros específicos para pesca de tiburón, de los cuales 20 de ellos presentan registros para *Rhizoprionodon porosus* entre los años 2004 y 2012 (Figura 3).

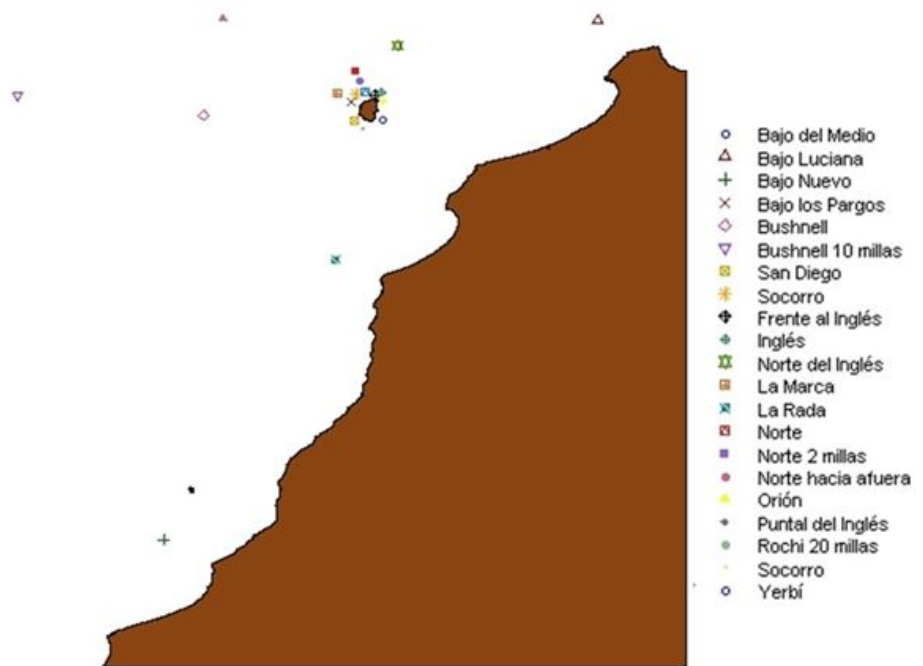
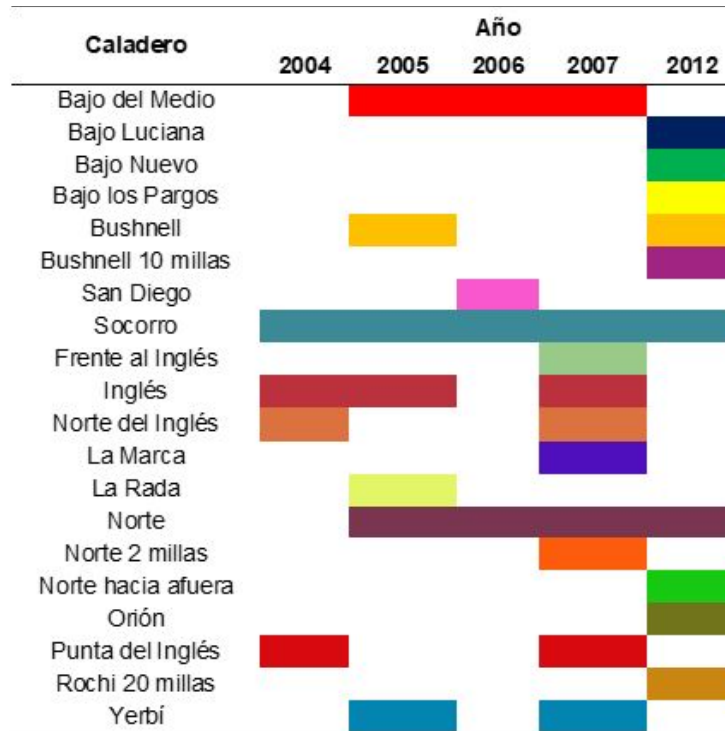


Figura 3. Caladeros usados por *Rhizoprionodon porosus* en Isla Fuerte en el tiempo.

Cabe resaltar que 14 caladeros se encuentran cercanos a Isla Fuerte, siendo estos los más usados por los pescadores por la distancia, mientras que los 8 restantes se encuentran muy alejados de la zona pero son usados por los pescadores.

Tabla 1. Presencia de *Rhizoprionodon porosus* en los caladeros por año (2004 - 2012). Los colores permiten diferenciar por años, las zonas en donde se encuentra la especie.



En la Tabla 1 existen tres tipos de zonas en donde Bajo del Medio, Socorro y Norte son zonas que han tenido uso permanente en el tiempo mientras que Bushnell, Inglés, Norte del Inglés, Punta del Inglés y Yerbí han estado presentes de manera intermitente en el tiempo, el resto de los caladeros han sido usados en un año únicamente. Sin embargo, no se puede saber si los usos han variado o siempre es el mismo dentro de las zonas.

Tabla 2. Abundancias relativas de *Rhizoprionodon porosus* para los año evaluados.

Caladero	Abundancias				
	2004	2005	2006	2007	2012
Bajo del Medio		0,41	0,55	0,27	
Bajo Luciana					1,11
Bajo Nuevo					0,83
Bajo los Pargos					0,83
Bushnell			0,41		12,02
Bushnell 10 millas					1,67
El Enano			0,41		
San Diego				0,55	
Socorro	0,13	0,41	1,67	2,65	1,11
Frente al Inglés				3,21	
Inglés	0,41	2,09		0,97	
Norte del Inglés	2,79			7,55	
La Rada		0,41			
Norte del Inglés		0,41	23,49	14,96	1,39
La Marca				0,27	
Norte 2 millas				8,67	
Norte hacia afuera					3,07
Orión					0,55
Punta del Inglés	0,27			0,55	
Rochi 20 millas					4,19
Yerbí		0,27		0,27	

Sobre la base de la teoría del portafolio, existen áreas permanentes, intermitentes y exclusivas siendo las áreas permanentes las más interesantes, puesto que nos permitirán entender si los usos se han mantenido en el tiempo o han cambiado, demostrando a su vez la fidelidad que tiene los individuos por los sitios como lo plantea Heupel (2007). La Tabla 2, muestra las abundancias relativas de *Rhizoprionodon porosus* en los años evaluados mostrando a el Norte, Bushnell, Norte del Inglés y Norte 2 millas como los caladeros que presentan un mayor número de individuos y como lo plantea Salazar (2012), de los cuatro caladeros reportados con mayores abundancias relativas, son Norte y Bushnell los que coinciden con lo encontrado; mientras que Socorro, también reportado por este autor, junto con Najo del Medio y Norte son considerados áreas fijas para Isla Fuerte mientras que el Inglés no presenta mayores abundancias.

6.2 Usos de las áreas esenciales

A partir de las variables biológicas establecidas, la proporción de machos adultos que puede observarse en la figura 6 sugiere que en Isla Fuerte a lo largo de los años evaluados existen áreas de reproducción, además de las de alimentación y posiblemente de descanso por la presencia de adultos. Paralelamente las proporciones de neonatos y juveniles reportadas en la misma figura, nos indican que también podemos encontrar áreas de crianza por la presencia de neonatos y juveniles dentro de Isla Fuerte, lo que corrobora lo planteado por Trejos (2009), Reyes (2009) y Heupel (2007).

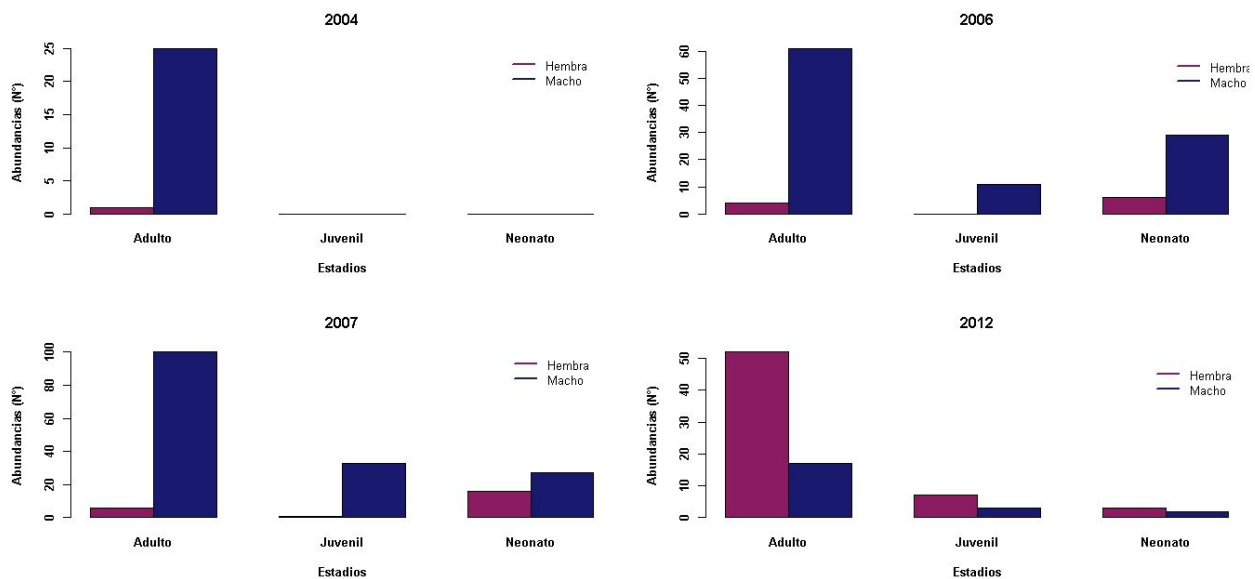


Figura 6. Abundancia de Machos y Hembras de *Rhizoprionodon porosus* para cada estadio (Adulto, Juvenil, Neonato) en los años.

Con base en Ladino (2012), puede verse que la mayor abundancia de hembras adultas (maduras sexualmente y/o grávidas), para el 2012 también es un criterio para la definición de áreas de crianza y reproducción, mostrando un cambio poblacional en las abundancias de los machos, mostrando una oscilación en la presencia de las hembras, generando cuestionamientos sobre la localización de las hembras la mayor parte del tiempo, algunas hipótesis planteadas pueden ser que su presencia es en zonas de difícil acceso ya sea por migraciones locales y las áreas utilizadas se encuentran a grandes distancias o migraciones verticales donde se encontrarán a grandes profundidades.

Para las áreas de crianza, el año 2004 solo presenta registro de adultos descartando la presencia de estas áreas, por su parte para el año 2006 Bajo Luciana, San Diego y Norte presentan presencia tanto de neonatos como de juvenil permitiendo inferir la presencia de posibles áreas de crianza para el año (Castro, 1993; Simpfendorfer et al., 1993; Skomal, 2007). En 2007, será Frente al Inglés, la Marca, Inglés, Norte, Norte 3 millas, Socorro y Yerbí las zonas con mayores abundancias de neonatos o juveniles sobre los adultos y 2012 será Bajo los Pargos, Bushnell y Socorro quienes son áreas de crianza (Figura 7).

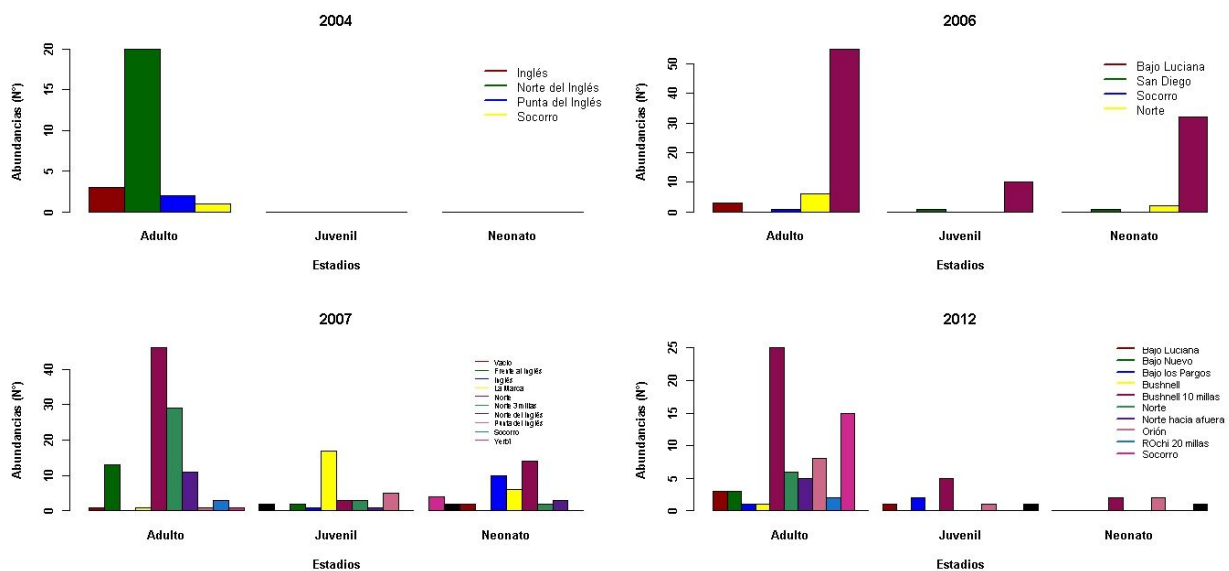


Figura 7. Abundancia de Estadios (Adulto, Juvenil, Neonato) de *Rhizoprionodon porosus* para los caladeros de pesca en Isla Fuerte entre 2004 - 2012.

Lo anterior, se complementa con los resultados obtenidos en las pruebas de chi cuadrado en las cuales para el Norte en 2006 y 2007 presentan diferencias significativas entre neonatos-juveniles y juveniles adultos, esto contrastado con las proporciones 32:10 y 10:17 en 2006, 10:55 y 17:46 de 2007 nos permite corroborar a esta zona como un área de crianza primaria para 2006 y secundaria para 2007 (Bass, 1978; Carlson, 1999; Heupel et. al, 2007). Por otro lado, el Inglés para el año 2012 se considera un área primaria con diferencias en las proporciones de neonatos

contra adultos (2:0) y Norte del Inglés para el mismo año muestra diferencias significativas en las proporciones 12:11 de neonatos-adultos y 14:3 neonatos contra juveniles mostrando la presencia de área de crianza primarias (Anexo 1).

En contraste a lo que dijo Salazar (2012) solo existen diferencias significativas en la proporciones de adultos para el caladero del Norte descartando el planteamiento en el cual este autor consideraba esta zona como la única área de crianza para ese año y afirmando lo planteado por Trejos (2009) siendo Isla Fuerte un área de crianza permitiendo entender que bajo la teoría del portafolio también las áreas pueden cambiar de uso en el tiempo (Prosser, 2004).

Dentro de las áreas de alimentación (Figura 8) se puede inferir que una posible aproximación a las áreas de alimentación son los caladeros del Norte, Norte 2 millas y Frente al Inglés puesto que los contenido estomacales encontrados la mayoría se encontraban llenos y con grados de digestión entre digeridos y medio digeridos sugiriendo que *R. porosus* utilizó la zona en ese año para poder alimentarse (Aguirre, 2000).

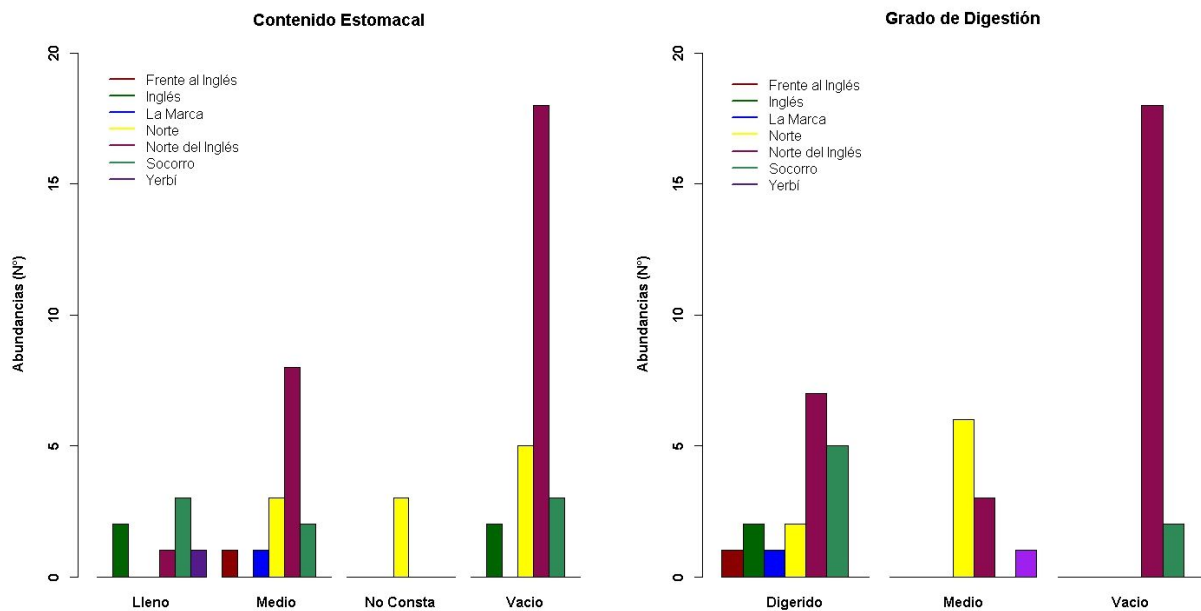


Figura 8. Abundancia de Individuos con Contenido Estomacal y Grado de Digestión de *Rhizoprionodon porosus* para los caladeros de pesca en Isla Fuerte entre 2004 - 2012.

El chi cuadrado obtenido (Anexo 2) para estas áreas no muestra diferencias significativas dentro de los caladeros pero contrastando las proporciones se podría decir que el Norte y Socorro serían posibles áreas de alimentación con proporciones de 6:2 entre estómagos medio digeridos y digeridos y 3:3 entre llenos y vacíos logrando obtener los primeros acercamientos a la identificación de estas zonas según lo establecido por Navia *et. al* (2012) y Froeschke (2010).

Los caladeros considerados áreas de reproducción son el Inglés y el Norte ya que la presencia de machos madurez es alta como se puede ver en la figura 9, a diferencia del Claval y Frente al Inglés quienes muestran a individuos no maduros permitiendo descartar la definición de estas áreas de inmediato (Romine *et. Al.*, 2009).

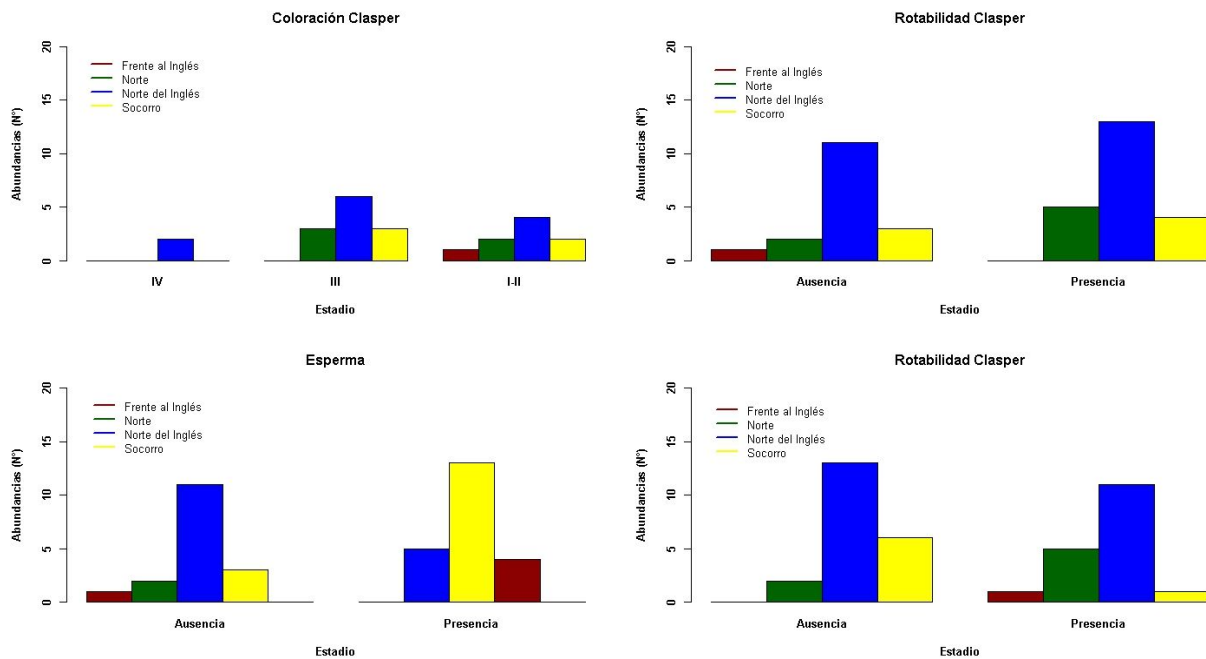


Figura 9. Abundancia Machos con presencia/ausencia de caracteres sexuales de *Rhizoprionodon porosus* para los caladeros de pesca en Isla Fuerte entre 2004 - 2012.

Es importante tener en cuenta que las proporciones sexuales en las poblaciones de la especie (Barnett *et. Al.*, 2010) nos permite entender porque la cantidad de machos en los registros de

captura es más alta en comparación con las hembras sumado al hecho de que los tiburones tienen épocas específicas en donde se encuentran para reproducirse mostrando cambios en la cantidad de machos y hembras encontrados en esos momentos específicos apoyando así lo planteado por Ladino en el 2012.

6.3 Cambios temporales en la distribución y las condiciones oceanográficas.

Para el Cosinor obtenido, podemos ver como los resultados a lo largo de su duración tuvieron homogeneidad climáticas en términos de la temperatura en donde se muestra dos épocas muy marcadas a lo largo de los meses.

Como se puede establecer en la figura 10, los valores de cosinor muestran una tendencia en los datos para la época seca entre Enero y Abril en donde la temperatura del océano un más baja a diferencia de la época de lluvias en donde se encuentran los picos máximos de temperatura entre 2004 y 2012 donde además durante las épocas de transición las temperatura muestran un oscilación de la temperatura marcando los cambios de temporalidad de las estaciones (Figura 10).

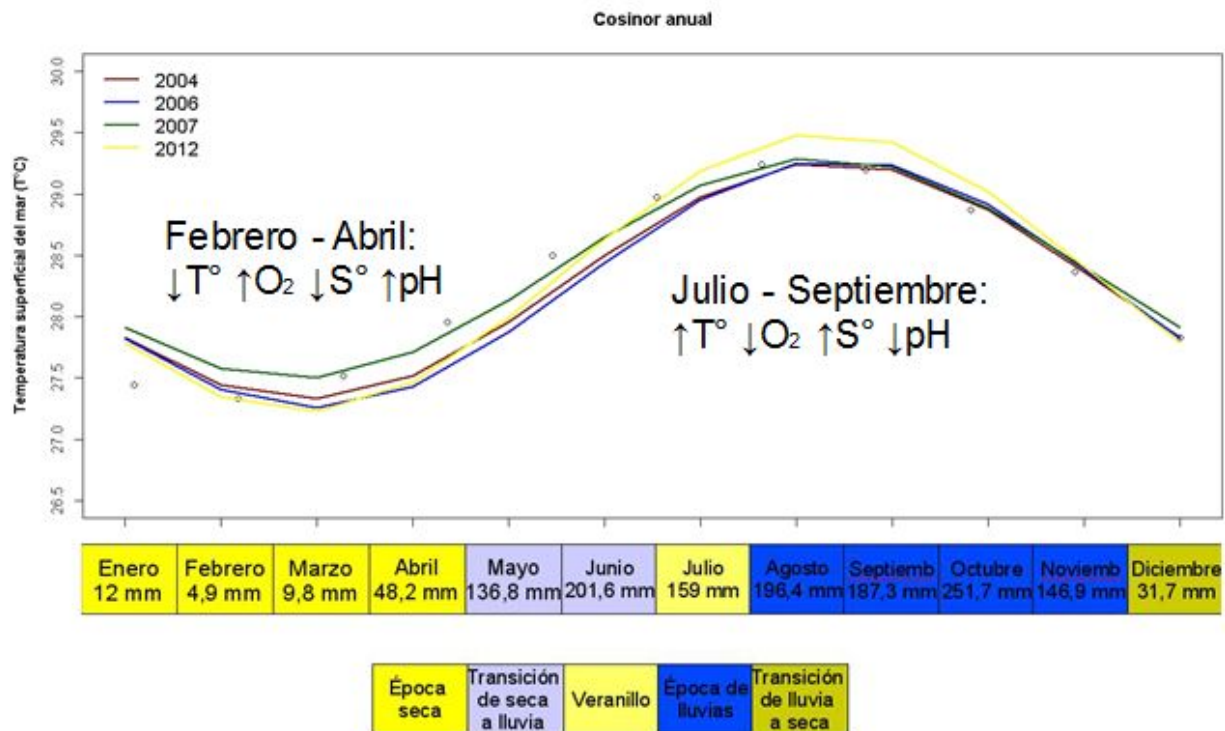


Figura 10. Función de Cosinor para la predicción de los valores promedios mensuales de la Temperatura superficial del mar entre 2004-2012.

Por consiguiente los valores anuales en la figura 11 permite ver que para los valores promedios de la temperatura los cuales se ajustan a la oscilación de datos se evidencia una tendencia para los años 2005, 2010, 2011 mostrando los valores con más altas temperaturas, mientras que 2008 reportó el valor más bajo de temperatura en contraste con el resto de los años la cual se encuentran dentro de la media de los datos oscilando entre los 28.3 y 28.4 grados Celsius. Esto se corrobora con los datos obtenidos en el CIOH donde la variaciones coinciden y son completamente normales con respecto a las épocas climáticas de Isla Fuerte (Rooper & Martin, 2009).

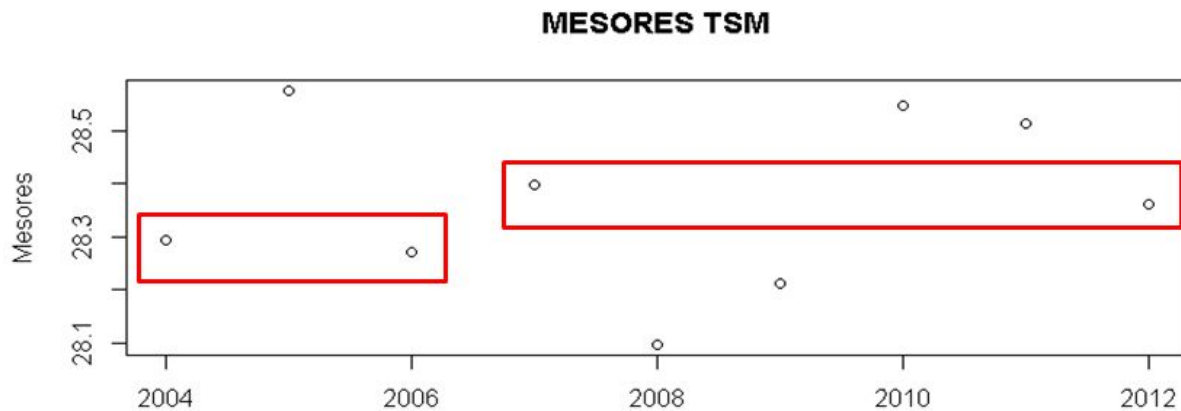


Figura 11. Mesores obtenidos a partir de la función Cosinor para mostrar la tendencia en los datos entre 2004-2012.

En primera instancia, las gráficas interpoladas para la salinidad permiten ver un incremento en la salinidad a partir de la variación en las escalas de colores presentando para 2004 y 2006 valores de entre 26.5 y 29.6 ppm aproximadamente llegando en 2007 y 2012 a valores por encima de 29 ppm (Anexo 3). Por su parte la conductividad presentó una variación entre 42 y 47

mS/centímetro y la temperatura los cuales presentaron valores por encima de 30 grados centígrados, las anteriores variables se relacionan estrechamente entre sí, en las épocas de lluvia, las altas precipitaciones generan un aumento en la temperatura por lo que la precipitación tiende a aumentar haciendo que la concentración de sales y de conductividad del océano sea mucho menor contrario a lo que sucede en la época seca donde la concentración aumentará.

Para el caso del pH y el O₂ Disuelto las variaciones van entre 7.5 - 8.3 y 5.5 7.5 mg/L respectivamente mostrando que para la conductividad y el pH las variaciones no son tan marcadas como el O₂ Disuelto (Anexo 1) por lo que para los años evaluados los valores de pH de Isla Fuerte (Lotze *et. al*, 2006; Ortega, *et. al*, 2009; Froeschke, 2010).

Los análisis de correspondencias canónicas (CCA) manifiestan que en las áreas de crianza, tiburones en estadios neonatos presentan una mayor afinidad por zonas donde la temperatura y la salinidad están presentes como es el caso de Punta del Inglés y Norte, por su parte los juveniles comparten junto con los neonatos la preferencia por la salinidad a diferencia de los adultos donde el O₂ disuelto y la conductividad son los factores a tener en cuenta en la preferencia de territorios como es el caso de zonas como Bushnell, Bajo Luciana, Norte tres millas, entre otros (Figura 12) (Morrisey & Gruber, 1993).

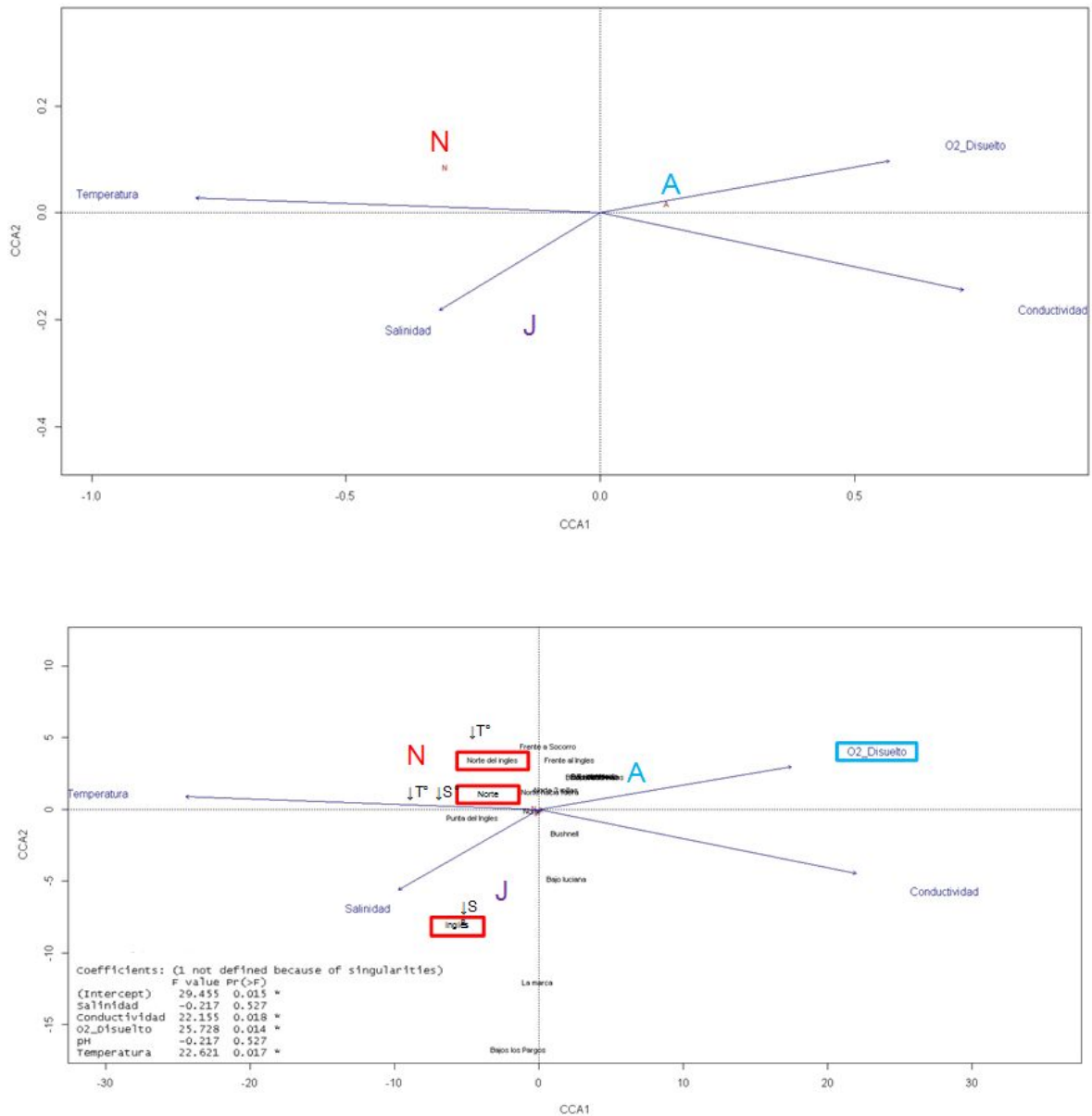
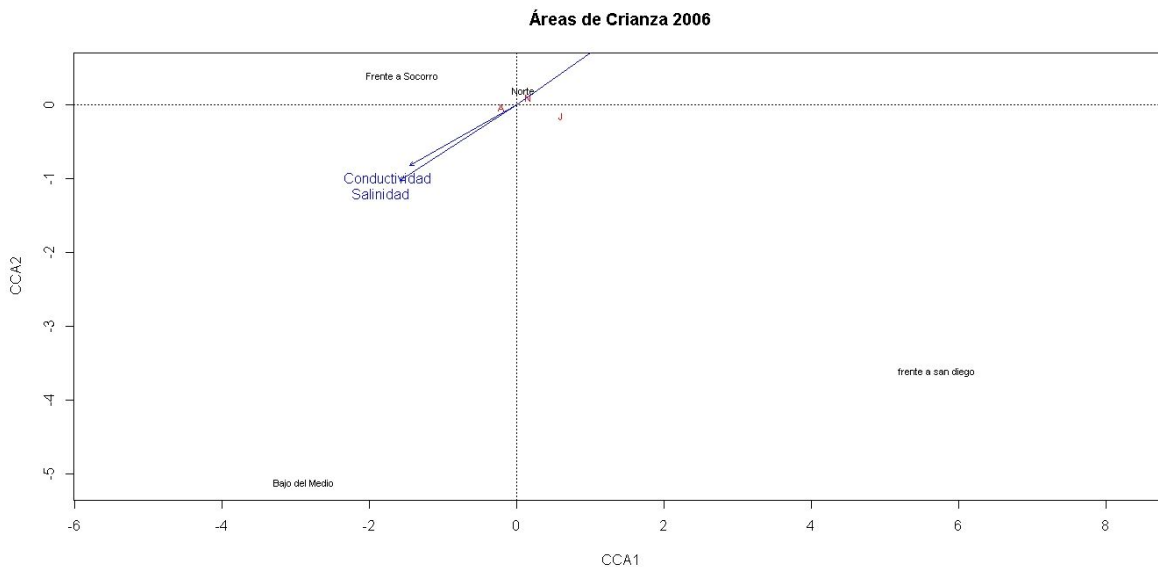


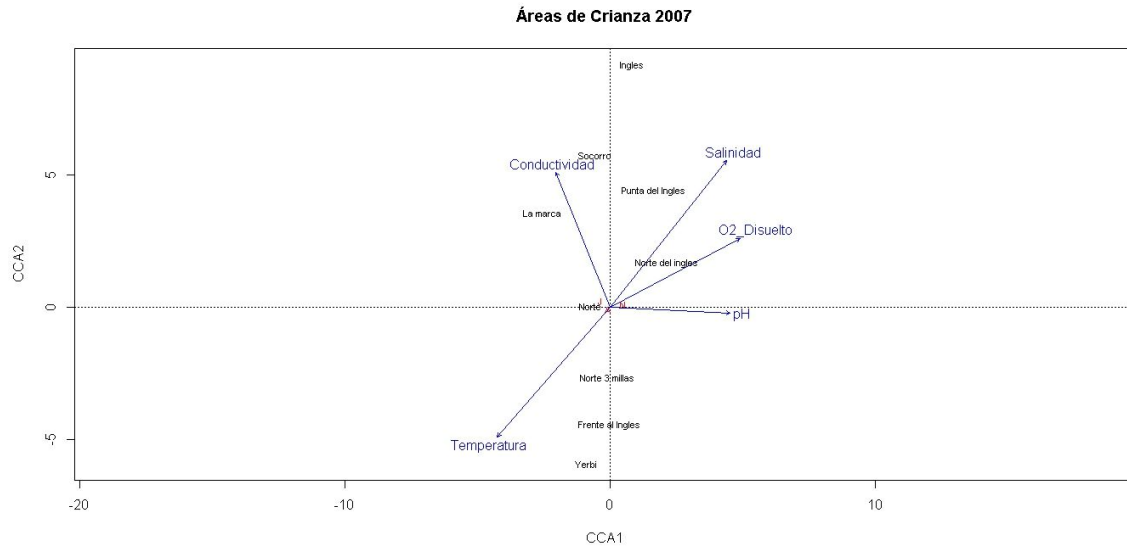
Figura 12. Análisis de correspondencia canónica para las Abundancias totales entre 2004 - 2012. Dentro del modelo de predicción lineal para las áreas de crianza los interceptos P respectivos obtenidos fueron de 0.09, 0.001, 0.001 y 0.1 indicando diferencias significativas para todos los años con excepción del 2012. Por su parte, el intercepto de la regresión lineal muestra diferencias significativas para todos los años excepto para el 2004 mostrando que el modelo se ajusta a los datos obtenidos.

Para los modelos de CCA obtenidos para las áreas de crianza por año, cabe resaltar para 2006 la preferencia de neonatos estaba basado en el pH siendo el Norte la zona de mayor influencia para esto, complementando lo encontrado en el objetivo 2 a partir de las proporciones encontradas en la zona, es importante resaltar que la presencia de adulto estuvo condicionada por la conductividad y la salinidad pero estos factores no son fundamentales a la hora de escoger el territorio donde van a estar presentes (Figura 13a).

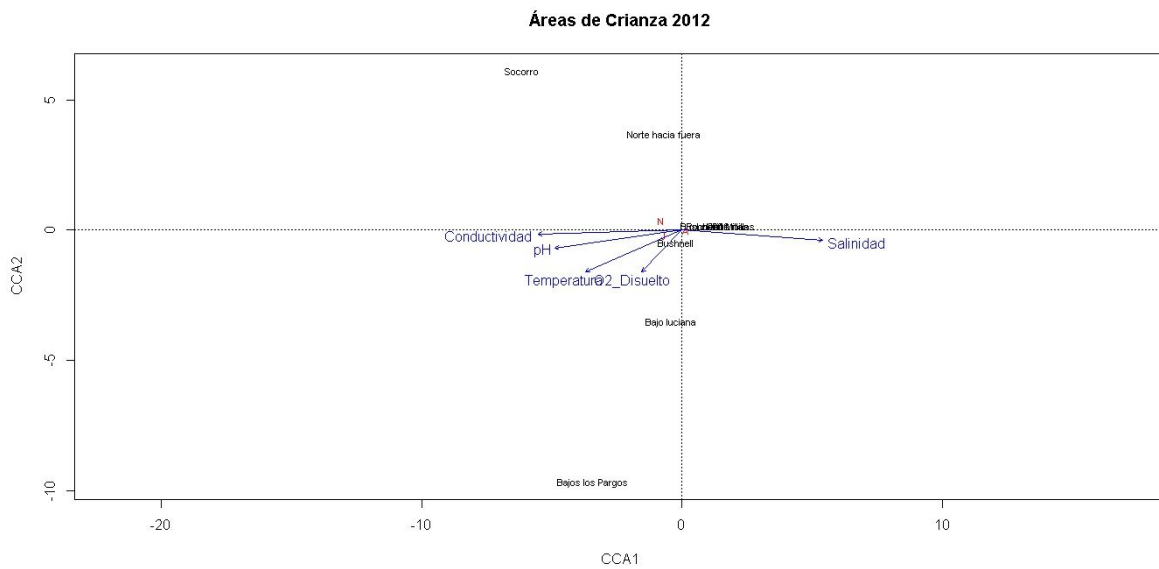
Por su parte para el 2007, los neonatos prefirieron zonas en donde el pH es importante en la abundancia junto con la salinidad y el O₂ disuelto siendo estos dos últimos factores no tan relevantes sobre todo en el Norte del Inglés, Punta del Inglés y el Inglés, mientras que para los juveniles y adultos tiene preferencias sobre la conductividad y la temperatura respectivamente como es el caso de Socorro, Norte, Norte 3 millas y Frente al Inglés (Figura 13b). Mientras que en 2012 los juveniles preferirán en Bushnell y Bajo Luciana puesto que la mayoría de variables oceanográficas tienen tendencia sobre esas áreas (Figura 13c).



a.



b.



c.

Figura 13. Análisis de correspondencia canónica para las Abundancias totales entre 2004 - 2012. a. CCA para áreas de crianza en 2006 relacionando las variables oceanográficas con los caladeros utilizados por años. b. CCA para áreas de crianza en 2007 relacionando las variables oceanográficas con los caladeros utilizados por años. c. CCA para áreas de crianza en 2012 relacionando las variables oceanográficas con los caladeros utilizados por años.

Por su parte, el 2007 muestra que la Conductividad y la Salinidad son de los factores fundamentales para los juveniles y zonas como el Norte, la Marca y Socorro presentan condiciones ideales para su establecimiento, por otro lado los neonatos encuentran una mayor afinidad por la Salinidad, pH y el O₂ disuelto presente en el Inglés, Punta del Inglés y Norte del Inglés. Los adultos presentes en Yerbí, Frente al inglés y Norte 3 millas no presentan ninguna relación para su permanencia en estas zonas que tenga que ver con condiciones oceanográficas (Matern *et. al*, 2009). Y por último, en 2012 serán la conductividad y la salinidad las variables más relevantes. Para los juveniles de ese año, la conductividad el pH y el O₂ Disuelto son relevantes para decidir en qué zonas estar presentes como Bushnell, Bajo Luciana y Bajo Los Pargos, mientras que los adultos prefieren la Salinidad razón por la cual están presentes en Bushnell 3 millas, Bajo Nuevo, Orión, Norte hacia afuera y Rochi 20 millas, esto puede complementarse con la gráfica presente en el Anexo 3 (Grubbs & Musick, 2007; Heupel & Simpfendorfer, 2008).

En cuanto a las áreas de alimentación, tiburones con contenidos estomacales llenos tienen preferencias sobre caladeros como Socorro y el Inglés en donde el O₂ disuelto juega un papel fundamental sobre la preferencias que tiene *R. porosus* a la hora de escoger sitios para alimentarse (Figura 14).

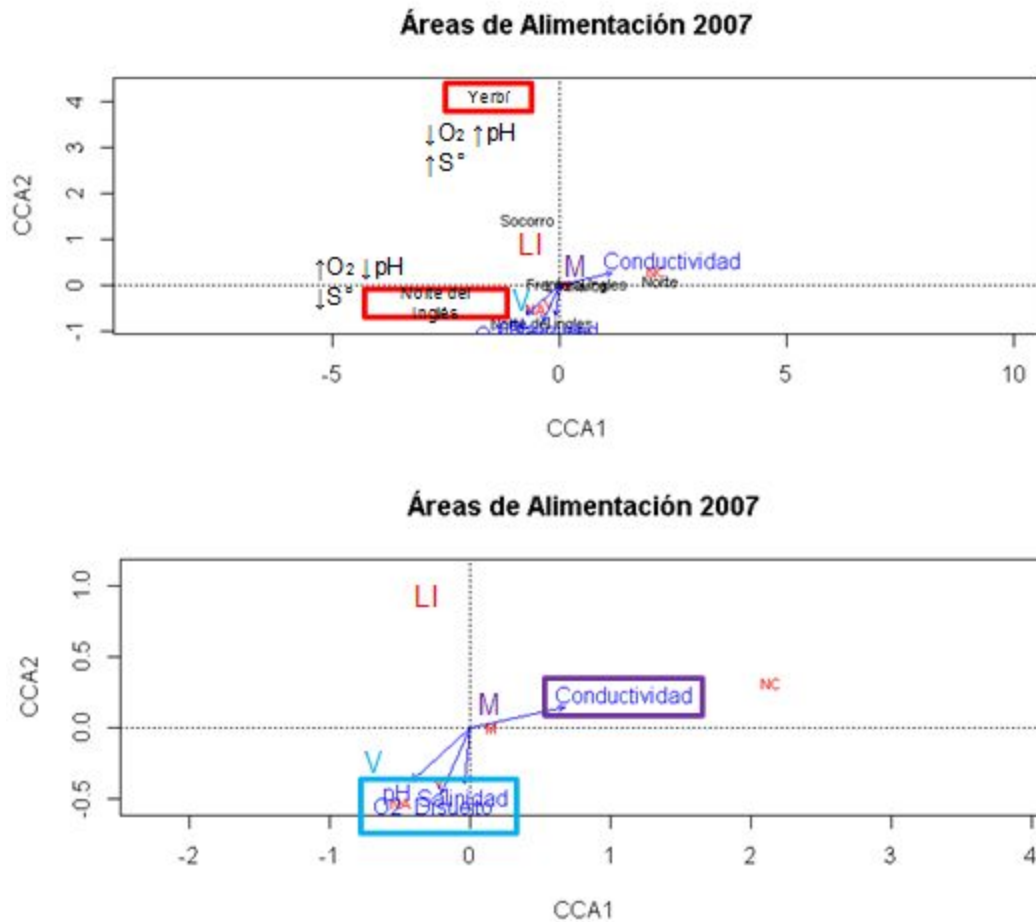


Figura 14. Análisis de Correspondencias Canónicas entre los caladeros y las variables oceanográficas para las áreas de crianza de *Rhizoprionodon porosus* entre 2004 - 2012.

Los tiburones prefieren áreas de alimentación en las que la conductividad sea alta, teniendo así tiburones de *R.porosus* con contenidos estomacales medios en zonas como Frente al Inglés y la Marca, mientras que la salinidad, pH y O2 Disuelto no son relevantes para los tiburones.

7. CONCLUSIONES

Rhizoprionodon porosus se encuentra en diferentes zonas y con diferentes usos. Bajo la teoría del portafolio los caladeros están siendo utilizados de manera diferencial indicando movilidad de los usos dentro de estos.

Isla Fuerte presenta áreas de crianza, siendo el Norte un área primaria para 2006 y secundaria en 2007, mientras que El Inglés y Norte del Inglés son áreas primarias para 2012.

En cuanto a las potenciales áreas de alimentación serán el Norte del Inglés y Yerbí para 2007 y para las potenciales áreas de reproducción serán el Norte y Socorro para 2007. Por lo cual, bajo la teoría del portafolio, El Norte y Norte del Inglés son áreas dinámicas en el tiempo mostrando, además, que los usos pueden variar a lo largo del tiempo permitiendo, además, poder establecer áreas de crianza, al mismo tiempo que logramos tener una aproximación a las áreas de alimentación y de reproducción para Isla Fuerte.

Existen áreas esenciales consideradas fijas y otras móviles en el tiempo. Los cambios en las variables oceanográficas relacionadas con el tiempo nos permiten entender la preferencia que tiene la especie sobre los caladeros para usarlas de forma determinada, lo cual demuestra que pueden estar de forma repartida en el tiempo.

8. RECOMENDACIONES

- Rigurosidad en la toma de datos a través de los años.
- Aumento del esfuerzo de muestreo para alimentar las bases de datos.
- Capacitar a las personas para la toma de datos con el fin de evitar una mala toma de los registros.
- Tomas de datos más completas para obtener la mayor cantidad de información posible que sea aprovechada por el investigador.
- Toma de decisiones para la estructuración de planes de conservación sobre áreas de crianza y potenciales áreas de reproducción como un primer acercamiento a la protección de *Rhizoprionodon porosus*.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Castaño, G. (2012). Acciones de tipo participativo para la conservación y uso sostenible del tiburón en Isla Fuerte, Cartagena, Bolívar, Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Anderson, P. (1975). Isla Fuerte. *Colombia Geográfica*, 5(2), 119-191.

- Von Prahl, H., & Erhardt, H. (1985). Colombia, corales y arrecifes coralinos. Fen Colombia.
- Tavares, R. & Sánchez, L. (2012). Áreas de cria de tiburones en el Golfo de Venezuela. CIENCIA 20(2), Maracibo, Venezuela, 116-124.
- Simpfendorfer C., Milward N. (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. (2007). Shark nursery areas in the Coastal waters of Massachusetts. American Fisheries Society Symposium, 50: 17–33 p.
- Bass, A. (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.
- Prosser C. (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.
- Carlson, J. (1999) Occurrence of neonate and juvenile sandbar sharks, *Carcharhinus plumbeus*, in the northeastern Gulf of Mexico. USA.
- Castro J. (1987) The position of sharks in marine biological communities: an overview. Sharks an inquiry into Biology, Behavior, fisheries and use. USA.
- Castro J. (1993) The sharks nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the sharks nurseries of the south-eastern coast of the United States. Environ Biol Fish 38: 37 – 48.
- Heupel M., Carlson J. & Simpfendorfer C. (2007) Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. Marine Ecology Progress Series 337: 287-297.
- Meek A, (1916). The migrations of fish. Edward Arnold, Londres, 427pp.
- Navia A., Mejía-Falla P., & Torres K. (2012) Identificación y priorización de potenciales hábitats esenciales para tiburones y rayas en el pacífico colombiano. Informe Final Proyecto de apoyo a la implementación del programa nacional de observadores pesqueros y del PAN tiburones y rayas de Colombia.
- Olsen A. (1954) Tagging of scholar shark, *Galeocerdo australis* [MacCleay] (Carcharhinidae), in south-eastern Australian waters. Aust J Mar Freshw 4: 95 – 109

- Reyes L, (2009) Aproximación a la identificación de áreas potenciales de crianza de tiburones en Isla Fuerte, Caribe Colombiano. Trabajo de grado. Facultad de estudios ambientales y rurales. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.
- Salazar J, (2012), Definición de caladeros como áreas de crianza para tiburones en Isla Fuerte, Bolívar – Caribe Colombiano. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.
- Springer S, (1967) Social organization of sharks populations. In Gilbert PW, Matthewson RF, Rall DP, editors pp. 149 – 174. Baltimore: Johns Hopkins Press.
- Trejos C., (2009) Evaluación preliminar de tres zonas del Caribe sur Isla Fuerte, Bolívar, Acandí, Chocó y Bahía de Cispatá, sucre, como posibles áreas de crianza en tiburones en el caribe sur colombiano. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.
- Yates P., Heupel M., Tobin A. & Simpfendorfer C. (2012) Diversity in young sharks provides the potential for portafolio effects. *Marine Ecology Progress Series* 458: 269 – 281.
- Sosa, O. (2014). “Áreas de crianza” [Conferencia], V Encuentro Colombiano de Condrictios, Medellín.
- Aguirre, H. (2000). Aspectos Biológicos y Ecológicos del Salmonete de Fango *Mullus barbatus* L., 1758 y del Salmonete de Roca *Mullus surmuletus* L., 1758, del Mediterráneo Noroccidental. Tesis de Doctorado. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament Enginyeria Hidràulica Marítima I Ambiental. Cataluña. 261 p.
- Froeshcke, J. (2010). Defining essential fish habitat: the influence of life history, biotic, and abiotic factors. Ph.D. Thesis. Texas A&M University.
- Ladino, F. (2012). Informe de pasantía. Carrera de Ecología. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Díaz, J., Barrios L., Cendales, M., Garzón-Ferreira, J., Geister, J., López-Victoria, M., Ospina, G., Parra-Velandia, F., Pinzón J., Vargas-Ángel, B., Zapata, F., & Zea S. (2000). Áreas Coralinas de Colombia. INVEMAR. Serie Publicaciones Especiales No. 5., Santa Marta, 176p.

- Díaz, J., Sánchez, J., 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.
- Caldas, J., Castro-González, E., Puentes, V., Rueda, M., Lasso, C., Duarte, L.O., Grijalba-Bendeck, M., Gómez, F., Navia, A., Mejía-Falla, P., Bessudo, S., Diaz, M., & Zapata. L. (2010). Plan de Acción Nacional para la Conservación y Manejo de Tiburones, Rayas y Quimeras de Colombia (PAN – Tiburones Colombia). Bogotá, Colombia. 60 p
- 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
- Refinetti, R., Cornélissen, G. & Halberg, F. (2007). Procedures for numerical analysis of circadian rhythms. *Biological Rhythm Research*. Minnesota, USA.
- Morrissey, J. & S. Gruber. (1993). Habitat selection by juvenile lemon shark, *Negaprion brevirostris*. *Environmental Biology of Fishes* 38: 311-319.
- Heupel, M. & Simpfendorfer. (2008). Movements and distribution of young Bull Sharks (*Carcharhinus leucas*) in a variable estuarine environment. *Aquatic Biology*, 1, 277-289.
- Jaime, M. (2012). Tiburones. Supervivientes en el tiempo. Ciencias del Mar. Mexico. CONACyT.
- Mojetta, A. (2005) Tiburones. Editorial Panamericana. Bogotá.
- Wetherbee, B. & Gruber, S. (1993). Absorption Efficiency of the Lemon Shark *Negaprion brevirostris* at Varying Rates of Energy Intake. *Copeia*, 1993(2), pp. 416-425
- Cortés, E. & Gruber, H. (1990). Diet, Feeding, habitats, and sial feeding chronology of the bonehead shark, *Sphyrna tiburo*, in Southwest Florida. *Bull.* 58(2):353-367.
- Movillo J. & Bahamonde N. (1971). Contenido gástrico y relaciones tróficas de *Thyrsites atun* (*Euphrasen*) en San Antonio, Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 29: 290-338.

- Romine, J., Musick J. & Burgess G. (2009). Demographic analyses of the dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, in the Northwest Atlantic incorporating hooking mortality estimates and revised reproductive parameters. *Environ. Biol. Fish* 84: 277-289.
- Hale, L. & Baremore, I. (2010). "Age and growth of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, from the Gulf of Mexico and the United States southern Atlantic Ocean". Miami: National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Science Center, SEDAR 21-DW-21.
- Von Prahl, H. & Erhardt, H (1986) Colombia, Corales y arrecifes coralinos. FEN Colombia. Bogotá.

10. ANEXOS

Anexo 1. Tablas de resultados obtenidos en la pruebas de Chi cuadrado en las cuales se compararon las proporciones de neonatos contra juveniles, neonatos contra adultos y juveniles contra adulto por caladero muestreados y por año.

Caladeros	Año	Neonatos- Juveniles			Interpretación
		Proporción	Chi2	P	
Bajo del Medio	2004	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo Luciana	2012	0:02	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo Nuevo	2012	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo los Pargos	2012	0:02	0	1	No hay diferencias significativas
Bushnell	2012	2:05	0	1	No hay diferencias significativas
Bushnell 10 millas	2012	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
San Diego	2006	1:01	0	1	No hay diferencias significativas
	2004	0:00			
Socorro	2006	2:00	2.5	0.2865	No hay diferencias significativas
	2007	3:05			
	2012	1:01			
Frente al Inglés	2012	2:00	0	1	No hay diferencias significativas
Inglés	2004	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
	2012	2:02			
Norte del Inglés	2004	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
	2012	14:03			
Norte	2006	32:10:00	10.578	0.0011446	Hay diferencias significativas
	2007	10:17			
La Marca	2007	0:01	0	1	No hay diferencias significativas
Norte 2 millas	2007	6:02	0	1	No hay diferencias significativas
Norte hacia afuera	2012	2:01	0	1	No hay diferencias significativas
Orión	2012	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
	2004	0:00			
Punta del Inglés	2007	1:01	0	1	No hay diferencias significativas
	2012	0:00			
Rochi 20 millas	2012	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Yerbí	2012	0:00	0	1	No hay diferencias significativas

Neonatos-Adultos					
Caladeros	Año	Proporción	Chi2	P	Interpretación
Bajo del Medio	2004	0:03	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo Luciana	2012	0:03	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo Nuevo	2012	0:03	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo los Pargos	2012	0:01	0	1	No hay diferencias significativas
Bushnell	2012	3:26	0	1	No hay diferencias significativas
Bushnell 10 millas	2012	0:06	0	1	No hay diferencias significativas
San Diego	2006	1:01	0	1	No hay diferencias significativas
	2004	0:01			
Socorro	2006	0:06	0	1	No hay diferencias significativas
	2007	0:03			
	2012	0:00			
Frente al Inglés	2012	2:13	0	1	No hay diferencias significativas
Inglés	2004	0:03	5	0.025347	Hay diferencias significativas
	2012	2:00			
Norte del Inglés	2004	0:20	16.258	0.00005527	Hay diferencias significativas
	2012	14:11			
	2006	32:55:00			
Norte	2007	10:46	0	1	No hay diferencias significativas
	2012	0:05			
La Marca	2007	0:01	80.537	0.017831	Hay diferencias significativas
Norte 2 millas	2007	6:19	0	1	No hay diferencias significativas
Norte hacia afuera	2012	2:08	0	1	No hay diferencias significativas
Orión	2012	0:02	0	1	No hay diferencias significativas
Punta del Inglés	2004	0:02	1.33	0.24821	No hay diferencias significativas
	2007	1:01			
Rochi 20 millas	2012	0:16	0	1	No hay diferencias significativas
Yerbi	2012	0:01	0	1	No hay diferencias significativas

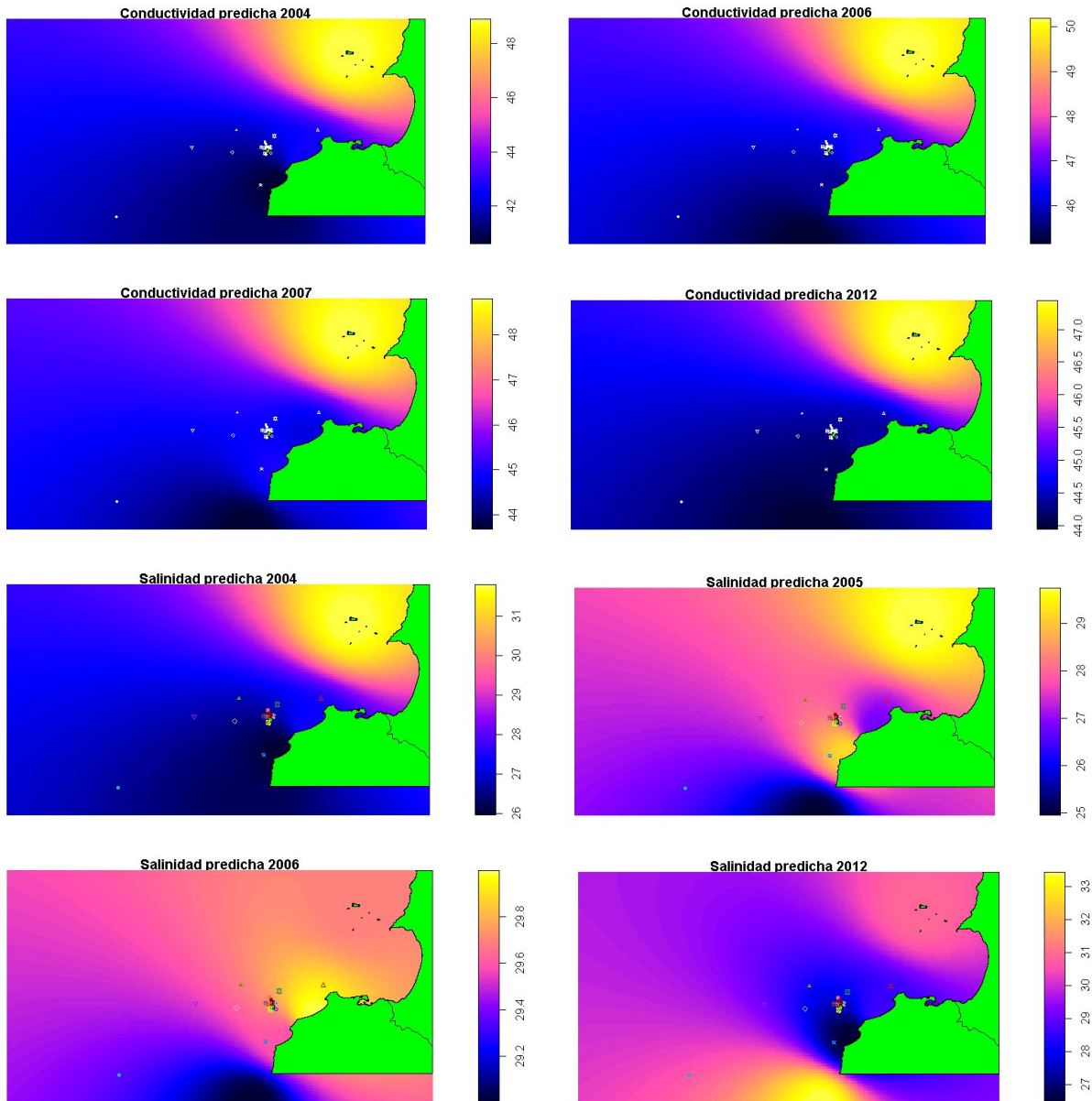
Juveniles-Adultos					
Caladeros	Año	Proporción	Chi2	P	Interpretación
Bajo del Medio	2004	0:03	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo Luciana	2012	2:03	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo Nuevo	2012	0:03	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo los Pargos	2012	2:01	0	1	No hay diferencias significativas
Bushnell	2012	5:26	0	1	No hay diferencias significativas
Bushnell 10 millas	2012	0:06	0	1	No hay diferencias significativas
San Diego	2006	1:01	0	1	No hay diferencias significativas
	2004	0:01			
Socorro	2006	0:06	0	1	No hay diferencias significativas
	2007	5:03			
	2012	1:00			
Frente al Inglés	2012	0:13	8	0.046012	Hay diferencias significativas
Inglés	2004	0:03	0	1	No hay diferencias significativas
	2012	2:00			
Norte del Inglés	2004	0:20	5	0.025347	Hay diferencias significativas
	2012	3:11			
	2006	10:55			
Norte	2007	17:46	47.005	0.030155	Hay diferencias significativas
	2012	0:05			
La Marca	2007	1:01	0	1	No hay diferencias significativas
Norte 2 millas	2007	2:19	39.839	0.13644	No hay diferencias significativas
Norte hacia afuera	2012	1:08	0	1	No hay diferencias significativas
Orión	2012	0:02	0	1	No hay diferencias significativas
	2004	0:02			
Punta del Inglés	2007	1:01	1.33	0.24821	No hay diferencias significativas
	2012	0:16	0	1	No hay diferencias significativas
Yerbi	2012	0:01	0	1	No hay diferencias significativas

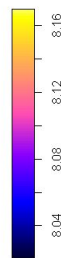
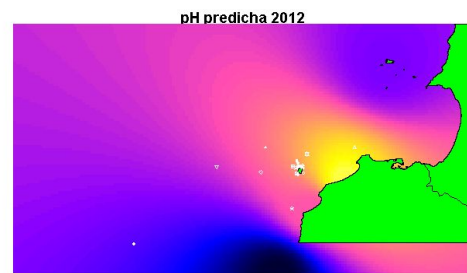
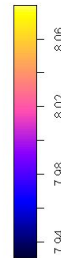
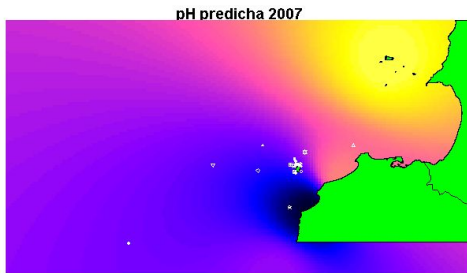
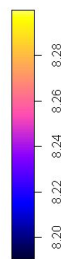
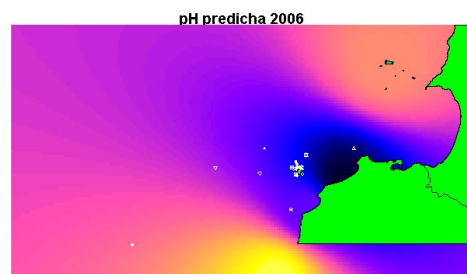
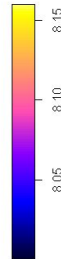
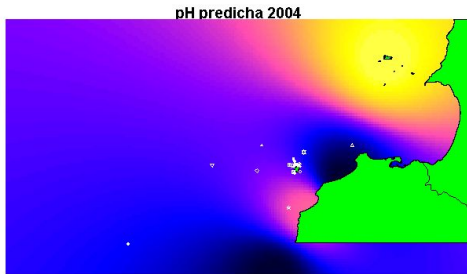
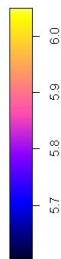
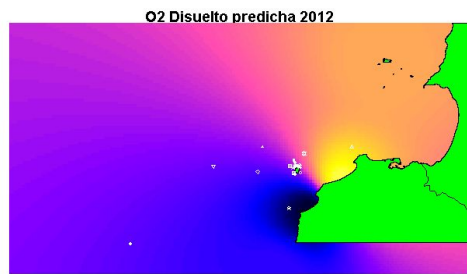
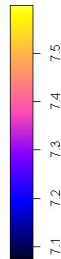
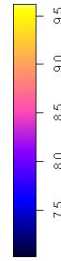
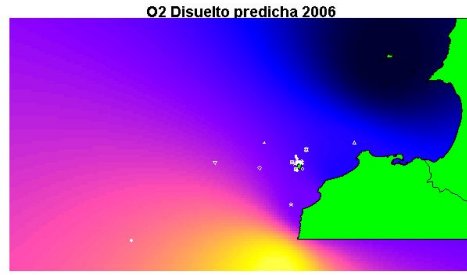
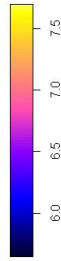
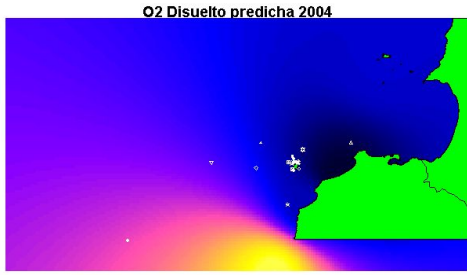
Anexo 2. Tablas de resultados obtenidos en la pruebas de Chi cuadrado en las cuales se compararon las proporciones de estómagos llenos contra vacíos contra los estómagos medios-vacío por caladero muestreados y por año.

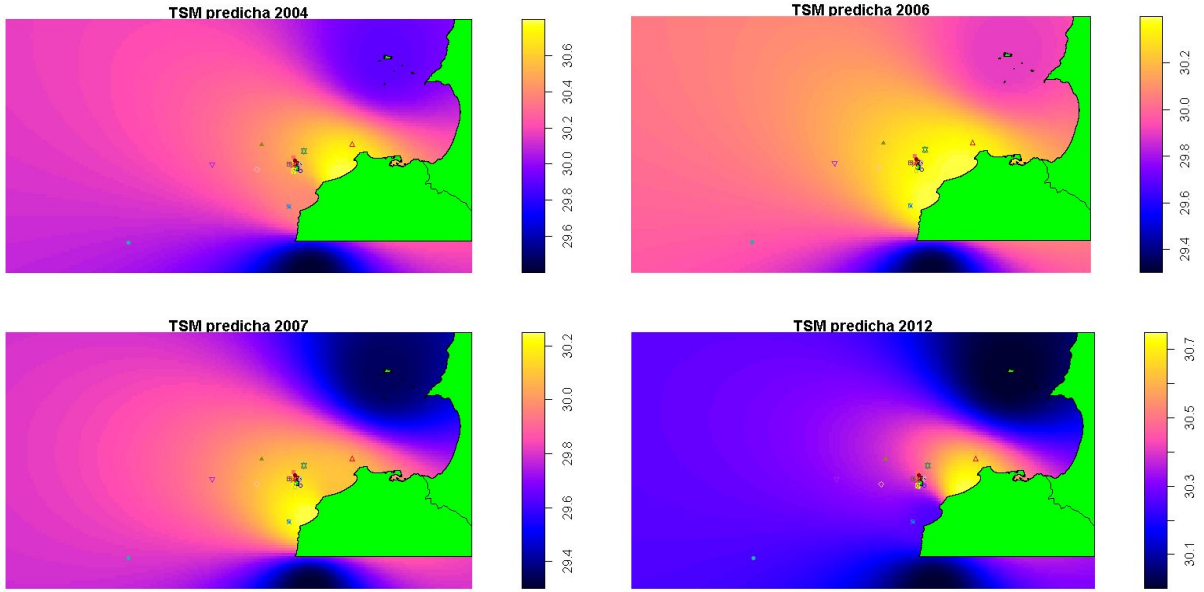
LLeno-Vacio					
Caladeros	Año	Proporción	Chi2	P	Interpretación
Bajo del Medio	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo Luciana	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo Nuevo	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo los Pargos	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Bushnell	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Bushnell 10 millas	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
San Diego	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Socorro	2007	3:03	0	1	No hay diferencias significativas
Frente al Inglés	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Inglés	2007	2:02	0	1	No hay diferencias significativas
Norte del Inglés	2007	1:18	0	1	No hay diferencias significativas
Norte	2007	0:05	0	1	No hay diferencias significativas
La Marca	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Norte 2 millas	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Norte hacia afuera	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Orión	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Punta del Inglés	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Rochi 20 millas	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Yerbi	2007	1:00	0	1	No hay diferencias significativas

Medio-Digerido					
Caladeros	Año	Proporción	Chi2	P	Interpretación
Bajo del Medio	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo Luciana	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo Nuevo	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Bajo los Pargos	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Bushnell	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Bushnell 10 millas	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
San Diego	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Socorro	2007	0:05	0	1	No hay diferencias significativas
Frente al Inglés	2007	0:01	0	1	No hay diferencias significativas
Inglés	2007	0:02	0	1	No hay diferencias significativas
Norte del Inglés	2007	3:07	0	1	No hay diferencias significativas
Norte	2007	6:02	0	1	No hay diferencias significativas
La Marca	2007	0:01	0	1	No hay diferencias significativas
Norte 2 millas	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Norte hacia afuera	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Orión	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Punta del Inglés	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Rochi 20 millas	2007	0:00	0	1	No hay diferencias significativas
Yerbi	2007	1:00	0	1	No hay diferencias significativas

Anexo 3. Interpolaciones realizadas a las variables oceanográficas (Salinidad, Conductividad, O2 Disuelto, pH, Temperatura) entre 2004 - 2012.







Anexo 2. Raster obtenidos de las interpolaciones de las variables oceanográficas entre 2004 - 2012.

Rasters variables Oceanográficas

