



00322

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

126

FACULTAD DE CIENCIAS

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DEL MACABÍ
(*Albula vulpes* Linnaeus, 1758) EN LA PARTE
NORTE DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN
KA'AN, QUINTANA ROO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A
JAIME MORA ROGEL



DIRECTOR DE TESIS
BIOL. MARTHA BASURTO ORIGEL

MAR 2003 CIENCIAS
SECCIÓN ESCOLAR



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: **Distribución y Abundancia del Macabí (Albula vulpes Linnaeus, 1758)** en la parte norte de la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Quintana Roo. realizado por **Jaime Mora Rogel**.

con número de cuenta **8625161-5**, quién cubrió los créditos de la carrera de **Biología**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Biol. Martha Basurto Origel.

Propietario M. en C. Gabino De la Rosa Cruz.

Propietario M. en C. Sandra Rita Soriano Velazquez.

Suplente M. en C. Vicente Anislado Tolentino.

Suplente M. en C. Aurora Elba Ramirez Estevez.

Consejo Departamental de Biología

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGIA

Agradecimientos:

A las personas participantes en el proyecto por el aporte de su experiencia y amistad: Martha Basurto, Antonio Baeza, Favio Figeroa y Gabriel Escobedo. A don Juan Briceño guía de pesca en la zona. A Manuel Puerto Mocoora, director del CRIP Puerto Morelos.

A las instituciones que hicieron aportaciones para el financiamiento de este proyecto y a los que apoyaron en el trabajo en campo: Centro Regional de Investigación Pesquera, CRIP Puerto Morelos; Instituto Nacional de la Pesca; Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C.; Amigos de Sian Ka'an; Comité Directivo de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y clubes de pesca deportiva.

Dedicatoria:

**A mi hermana Tere y mi
mamá por su apoyo
incondicional en todo momento;
a mis hermanos: Eloisa, Pedro,
Martha y Maricela.**

**A quienes me apoyaron moralmente
y me motivaron: Eliot chico y Eliot
grande, Adriana, Marisol, Yariela.**

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. RESUMEN..... | 01 |
| 2. INTRODUCCION..... | 02 |
| 3. ANTECEDENTES..... | 04 |
| 3.1 Descripción de la especie | |
| 3.2 Métodos para estimar abundancia. | |
| 3.3 Supuestos asumidos por los métodos de marcaje y recaptura. | |
| 4.OBJETIVOS..... | 10 |
| 5. AREA DE ESTUDIO..... | 11 |
| 6. MATERIAL Y METODOS..... | 14 |
| 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 19 |
| 7.1 Distribución de <i>Albula vulpes</i> en la zona de estudio. | |
| 7.2 Distribución de la población por talla. | |
| 7.3 Tamaño Poblacional. | |
| 7.4 Relación Peso - Longitud. | |
| 7.5 Biomasa. | |
| 8. CONCLUSIONES..... | 35 |
| 9. RECOMENDACIONES..... | 36 |
| 10. 1 BIBLIOGRAFIA | 37 |
| 7.2 Bibliografía electrónica | |

PAGINACIÓN DISCONTINUA

El macabí (*Albula vulpes*) es una de las especies de mayor importancia para la pesca deportiva ligera en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK), en Quintana Roo, México. Con el propósito de conocer su distribución y abundancia en esta zona se llevo a cabo un estudio de marcaje y recaptura en los meses de mayo y junio de 1998. Los peces se capturaron con una red de nylon con abertura de malla de 2.5 pulgadas, ubicando los sitios de captura con un GPS. Los datos obtenidos fueron introducidos en un Sistema de Información Geográfica (Programa CAMRIS). En el periodo de captura y recaptura se obtuvo una muestra total de 2677 peces.

Se observó que los peces durante las mañanas habitan en lagunas de poca amplitud (± 300 metros de diámetro) o en sitios semi-cerrados con una profundidad de ± 70 cm, moviéndose después del medio día hacia aguas de mayor profundidad. Transitan por áreas abiertas y canales formados por mangle (*Rhizophora mangle*).

La mayor abundancia se encontro en lagunas pequeñas que sirven de comedero y en sitios rodeados o cercanos a formaciones de mangle.

El rango de tallas en la muestra fue de 18 a 53 cm de longitud furcal (LF) con una media de 35.5 cm y una Desviación Estándar (DE) de 10.5 cm. Se observó una diferencia significativa entre las tallas medias de los individuos capturados en la Laguna Boca Paila (30.58 cm) y los de la Bahía de la Ascensión (38.19 cm).

La población estimada, por el método de Petersen (1896), en Boca Paila fue de 20325 peces con intervalos de confianza de 8296 – 50813 asumiendo una distribución Poisson y de 2629 – 38021 asumiendo una distribución normal, con un nivel de confianza de 95%; en tanto que en Bahía de la Ascensión fue de 39418 con intervalos de confianza de 23956 – 86720 asumiendo una distribución Poisson y de 17304 – 61533 asumiendo una distribución normal. Para el total de la zona norte de la RBSK, el valor obtenido fue de 63511 con intervalos de confianza de 38161 – 112551 asumiendo una distribución Poisson y de 31607 – 95415 asumiendo una distribución normal.

Con una muestra de 99 peces se determinó la relación Peso Total-Longitud Furcal obteniendo un coeficiente de correlación de 0.932.

La biomasa se obtuvo multiplicando el numero de individuos de cada clase de talla con el peso medio estimado correspondiente a cada una de estas clases. El valor de biomasa calculado para la Laguna de Boca Paila fue de 11 tons en tanto que para la Bahía de la Ascensión fue de 28 tons. El valor de Biomasa total fue de 41 tons. para la zona norte de la RBSK.

La pesca deportiva es una actividad ampliamente difundida a nivel mundial. Existen diversos tipos de pesca deportiva, como: la pesca con caña de lanzar, la pesca costera con sedal o línea, la pesca de fondo ligera con flotador, entre otras. Dentro de esta clasificación las que más se practican en Quintana Roo son la pesca oceánica o de altura que se desarrolla en mar abierto y la pesca ligera con mosca o flyfishing (Mazzanti, 1974; Hainebach y Basurto, en prensa). Las especies más importantes son las conocidas como "de pico" o "picudos" como el pez vela (*Istiophorus platypterus*), el marlín blanco (*Tetrapturus albidus*), el marlín azul (*Makaira nigricans*) y el pez espada (*Xhipias gladius*). En la pesca ligera con mosca, los objetivos de captura son especies que se distribuyen en regiones costeras como ríos, lagos, lagunas, bahías, etc. En latitudes frías las especies de salmón y trucha, entre éstos el salmón del pacífico (*Oncorhynchus tshawytscha*) y la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) son las más capturadas, en tanto que en zonas tropicales las especies objetivo son el macabí (*Albula vulpes*), la palometa (*Trachinotus falcatus*), el sábalo (*Megalopus atlanticus*) y el robalo (*Centropomus undecimalis*). Estas habitan en toda la región del Caribe y constituyen las especies de interés en la pesca deportiva que se lleva a cabo en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK) en el Caribe Mexicano, zona que por sus características geográficas representa uno de los principales destinos para la práctica de esta actividad (Lesser, 1991; <http://www.fishquest.com>, 1999; Hainebach y Basurto, en prensa).

Por la frecuencia de su captura, el macabí ocupa un lugar predominante en la pesca deportiva de la RBSK. Por ser la región una zona protegida esta prohibida la pesca comercial de *A. vulpes* y la pesca deportiva es regulada por medio de permisos expedidos a los clubes de pesca y por el número de lanchas permitido a cada club, además en esta zona se practica la pesca liberación (Anónimo, 1996). No obstante estas medidas, en los últimos años se ha incrementado el número de solicitudes para ingresar a la actividad, lo que ha ocasionado preocupación en las autoridades de la reserva, dueños de clubes y guías independientes en cuanto a la conservación del recurso (Hainebach y Basurto, en prensa). Ante el crecimiento de la actividad será necesario regular la Pesca Deportiva para garantizar su uso sustentable.

Existen varias estrategias de ordenamiento de una pesquería, algunas contemplan regulaciones como temporadas de veda, cuotas de captura, talla mínima de captura, regulación del esfuerzo como número máximo de pescadores, regulaciones en el arte de pesca, etc. y otras contemplan códigos de conducta como la pesca-liberación. Para la implantación de medidas de regulación se debe tener en cuenta el conocimiento de diferentes factores biológicos y ecológicos de la especie. En la zona no se tienen estudios de la población de macabí y solo se cuenta con una apreciación subjetiva de la abundancia de la especie por el aporte de experiencias de guías, pescadores y pobladores de la región. Este estudio es una contribución al conocimiento de la población del macabí *A. vulpes* en la reserva de la biosfera Sian Ka'an, en el cual se aporta información sobre su distribución, abundancia y estructura de la población.

Para el estudio de la abundancia de una población se han desarrollado diversos métodos entre estos se encuentran los censos, estos implican un mapeo de la zona por medio de cuadrantes y un conteo directo de los organismos o de evidencias que indiquen su presencia (Ravinovich, 1980). La aplicación del método de censos es difícil por tratarse de una especie

pelágica que permanece móvil la mayor parte del tiempo. Los métodos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) requieren datos sobre volúmenes de captura y esfuerzo aplicado en su extracción, este último puede ser medido en horas, número de lances, de anzuelos, etc. (Seijo, *et al.*, 1997). En este caso no se cuenta con una base de datos con registros de índices de abundancia relativa en tiempos espaciados.

Los métodos de marcaje y recaptura consisten en marcar una muestra de la población y realizar posteriores muestreos para obtener recapturas, estos métodos parten de la hipótesis de que el porcentaje de las recapturas en la muestra, es proporcional al tamaño de la muestra en la población total (Ulltang, 1977). Estos métodos son efectivos para el estudio de poblaciones animales, sin embargo asumen varios supuestos que no siempre se cumplen y que en una proporción alta, pueden sesgar la estimación de una manera significativa (Ricker, 1975). Otros problemas comunes a estos métodos se presentan asociados a la marca y al proceso de marcaje, estos pueden ser desde bajo porcentaje de retención de la marca, hasta la mortalidad inducida por el marcaje (Ricker, 1975; Szedlmayer y Jeffrey, 1995).

El método asume también una población cerrada, lo cual puede ser una limitante en este caso ya que el macabí es una especie migratoria de la cual no se conocen bien sus patrones de movimiento a largo plazo ya que se ha observado que son altamente variables (Colton y Alevizon, 1983), sin embargo si el periodo entre el marcaje y la recaptura son cortos, y en épocas donde no se presente migración a largo plazo, se puede tomar como una población cerrada considerando que en este periodo los peces no salen del lugar de estudio y que el número de nacimientos y muertes no es relevante (Ricker, 1975).

3. ANTECEDENTES

3.1 Descripción de la especie.

El macabi *Albula vulpes* tiene un cuerpo de color plateado, el hocico cónico, el labio superior se proyecta sobre el inferior (Figura 3). Los jóvenes pueden tener cerca de diez barras verticales oscuras sobre el dorso. Su nado es veloz de ahí que su nombre científico signifique "zorro plateado" (Basurto y Villanueva, 1996). Presenta 13 a 14 branquiespinas, las aletas carecen de espinas; solo cuenta con una aleta dorsal, la aleta anal es corta y presenta de 8 a 9 rayos, la aleta pélvica se encuentra por debajo de los últimos rayos de la aleta dorsal (Fischer, 1978).

Su posición taxonómica es la siguiente:

Reino : Animalia
 Phylum : Chordata
 Subphylum : Craniata
 Super clase: Gnathostomata
 Serie : Pisces
 Clase : Osteichthyes
 Subclase : Actinopterygii
 Infraclase : Teleostei
 Superorden : Elopomorpha
 Orden : Elopiformes
 Suborden : Albuloidei
 Familia : Albulidae
 Genero : *Albula*
 Especie : *vulpes* (Linnaeus, 1758)

Su distribución geográfica se da desde Florida a Brasil incluyendo las islas del Mar Caribe, es abundante en el sur de Florida, el norte de las Bahamas y Bermudas (Fischer, 1978), además de las costas del Golfo de México y del Caribe mexicano (Basurto y Villanueva, 1996). Típicamente habita en lugares someros, dominados por arena o algas marinas (Mojica *et al.* 1995).

Los estudios realizados con esta especie son pocos, y se han desarrollado básicamente en Florida y Bahamas, donde la especie es también abundante y de interés en la pesca deportiva local. En Bahamas se realizó un estudio de sus patrones de movimiento utilizando telemetría ultrasónica, encontrando un patrón de movimiento cíclico diario de aguas someras hacia aguas profundas y viceversa como respuesta a las fluctuaciones de marea y probablemente a la temperatura del agua; moviéndose en grupos de 3 a 20 individuos. Habitan localidades por cortos periodos de tiempo no mayores a una semana y cambiando después a otra localidad cercana (< 2 km). Así mismo habita en aguas someras menores a 2 metros, con un rango de temperatura de entre 24°C a 32°C. Para el estudio de los movimientos de largo plazo se utilizó una marca de dardo (FD 68B PVC), que se insertó junto a la aleta dorsal. En los peces marcados no se observó un patrón definido en los movimientos de largo plazo, sin embargo la proporción de individuos mayores a 55.5 cm es baja en verano cuando el agua esta tibia en las Bahamas y llega a exceder los 34°C, lo que sugiere que en esta época migran hacia aguas profundas (15 a 25 m) y regresan a desovar en los meses de octubre y noviembre (Colton y Alevizon, 1983a).

Se ha encontrado que la madurez sexual del 50% de los machos ocurre aproximadamente al alcanzar los 418 mm de LF a una edad de 3.6 años, con una talla mínima de 425 mm, en las hembras ésta ocurre a los 488 mm lo que corresponde a una edad aproximada de 4.2 años, con una talla mínima de 358 mm de LF. El macabí es un pez longevo que puede vivir hasta 19 años. La actividad gonadal alcanza su máximo entre noviembre y mayo. La ausencia de ovarios completamente hidratados y de folículos post-ovulatorios en las hembras del macabí sugiere que el desove ocurre en aguas profundas fuera de las áreas tradicionales de pesca (Crabtree et al, 1997; Thompson y Deegan, 1982).

En Bahamas, Colton y Alevizon (1983_b) realizaron muestreos del contenido estomacal del macabí para determinar su dieta. Los muestreos se realizaron en diferentes hábitats, principalmente en áreas con fondos lodosos y de pasto marino. Por su parte Crabtree *et al.* (1998) realizaron un estudio similar en los Cayos de Florida, en este caso se midió también la abundancia estomacal de cada presa. Los estudios indican que el macabí presenta una variabilidad en su dieta de acuerdo a la estación del año, el tamaño del pez y el hábitat. Su dieta se compone de gasterópodos no identificados, bivalvos de las especies *Tellina sp.*, *Lucina jamaicensis*, *Codakia orbicularis*, seguido por cangrejos de las familia Portunidae, *Callinectes ornatus* y Xanthidae. *Pitho oculatea*; camarones de las familias Penaeidae *P. dourarum* y Alpheidae, *A. floridanus*, *A. normanni*; peces bentónicos de la familia Gobiidae, *Opsaurus beta*, *Bathygobius soporator* y poliquetos de las familias Amphinomididae y Lumbrinereidae, además de otras especies no identificadas. La diferencia más significativa en los resultados de los dos estudios es la importancia de *Opsaurus beta* en la dieta encontrada en Florida. En esta zona la dieta de peces con longitud mayor a 439 mm se compone principalmente de especies de las familias Xanthidae y Alpheidae y las especies *Callinectes spp.* y *O. beta*, en tanto que en peces con tallas menores a 440 mm la dieta se compone principalmente de especies de la familia Peneidae.

Su carne no tiene gran valor comercial por su abundante cantidad de espinas, pero es un pez considerado excelente como carnada para la captura de otros peces mayores (Basurto y Villanueva, 1996). En la RBSK no se pesca en forma comercial y en Florida esta prohibida su venta (Crabtree *et al.* 1996).

Es relevante la importancia del macabí en la pesca deportiva que se realiza en los cayos de Florida, Islas Bahamas, el Atolón Turneffe y zona costera de Belice, Costa Rica, Venezuela y Caribe mexicano (<http://www.fishquest.com>, 1998). En Florida la pesca recreativa está regulada restringiendo su captura a un pez por pescador por día y la longitud total (LT) del pez debe de tener un mínimo de 457 mm (390 mm de LF). Además, la mayor parte de los peces capturados son liberados (Crabtree *et al.* 1996).

3.2 Métodos para estimar abundancia.

El tamaño de una población es siempre el punto de partida para la obtención de otros parámetros ecológicos. En la mayoría de los casos es difícil llevar a cabo una enumeración completa de todos los individuos de la población, por esto se recurre a estimar el tamaño de la población con base en la obtención de una muestra, la forma en que se obtiene esta muestra varía de acuerdo con el método a utilizado (Ravinovich, 1980). Algunos de estos son los siguientes:

MÉTODOS PARA ESTIMAR ABUNDANCIA

| | |
|---------------------------------------|---|
| Censos | Mapeo Territorial. Conteo por ahuyentamiento. Censos Aéreos. Captura Total o Exterminación. Censo Muestral. Cuadrantes. Transectos. |
| Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) | |
| Signos Animales | |
| Marcaje Recaptura | Censo único Censos Múltiples Censos repetidos Censos puntuales |

Métodos utilizados en la estimación de la abundancia de una población animal.

Métodos Directos.- El mapeo territorial consiste en establecer el territorio bien definido de la especie en estudio, por medio de huellas, cantos, etc. Este método ha sido sumamente práctico en el estudio de las poblaciones de gallináceas. En el conteo por ahuyentamiento consiste en un equipo que se encarga de ahuyentar a la población y otro equipo colocado en un sitio estratégico que se encarga de contar el número de individuos que salen. Ha sido utilizado en el conteo de poblaciones de grandes mamíferos, en particular venados. Los censos aéreos se pueden dar de forma directa cuando son poblaciones de pocos individuos o por toma de fotografías que después se analizan. Se ha utilizado principalmente en los estudios de mamíferos y aves. La exterminación se ha utilizado en circunstancias como el brote de plagas (el venado en California) o para introducir poblaciones renovadas. En cuanto a la captura total se ha utilizado en el estudio de roedores, sin embargo su aplicación es costosa en recursos y tiempo (Ravinovich, 1980; Schaeffer, et al. 1987).

Métodos Indirectos.- Es frecuente que en la estimación de poblaciones de animales se utilice algún signo o evidencia de su presencia, estos signos son variados dependiendo de la especie a estudiar. Se ha utilizado principalmente en aves y pequeños mamíferos. En ocasiones solo se utilizan como indicadores de una tendencia o como un índice de abundancia relativa (Ravinovich, 1980).

Si se quiere conocer únicamente índices de abundancia de una especie se puede emplear el método de captura por unidad de esfuerzo pesquero, este método requiere de datos del volumen de captura obtenido por cada unidad de esfuerzo aplicado, el esfuerzo puede ser medido en número de horas de labor, número de lances, número de anzuelos utilizados etc. Con este método se pueden derivar aproximaciones de biomasa de las poblaciones y observar su variación en el tiempo, son ideales cuando sólo se tienen registros de volumen obtenido por cada embarcación (Ehrhardt, 1981; Krebs, 1985).

Los métodos de marcaje y recaptura, básicamente consisten de una muestra inicial donde se marca una porción de la población y se liberan. Después de un tiempo suficiente para que se mezclen los individuos marcados con los no marcados, se obtiene una segunda muestra (censo) y se registran los animales marcados y los no marcados, el número de censos puede variar dependiendo del método. Estos métodos se utilizan principalmente para estimar el tamaño poblacional pero se pueden obtener también, rangos de explotación, crecimiento, reclutamiento, índices de mortalidad y patrones de movimiento o emigración. Además se puede llevar un seguimiento de la población en estudio (Ravinovich, 1980; Ricker, 1975; Nichols, 1992). Los métodos de marcaje para estimar poblaciones de peces se clasifican en los siguientes grupos: El método de censo único fue desarrollado por Petersen (1896, en Ricker, 1975) para determinar tamaños poblacionales de peces que viven en cuerpos de agua cerrados. El método de censos múltiples (Snabel, 1938 en Ricker, 1975) ha sido desarrollado para el estudio de las poblaciones de peces, requiere que no haya cambios en la población pero si este es lento puede ser medido, nos permite obtener tamaños poblacionales, reclutamiento y mortalidad. Los censos repetidos son un procedimiento para obtener rangos de sobrevivencia para dos censos sucesivos de Petersen o Snabel. Otro método es el de censos puntuales con estos se pueden estimar rangos de sobrevivencia y reclutamiento. Estas son las principales características de cada método, sin embargo, cada uno de estos posee una serie de modificaciones, usadas para aproximarse más a la realidad de la población en estudio de acuerdo a sus características (Ricker, 1975)

3.3 Supuestos de los métodos de marcaje.

Los supuestos asumidos en los métodos de marcaje pueden variar de acuerdo a las particularidades de cada uno de ellos, pero en general se pueden citar los siguientes:

- 1) Los individuos marcados se mezclan con la porción no marcada de la población.
- 2) La población es cerrada, donde no hay reclutamiento, emigración, ni mortalidad.
- 3) Todos los individuos de la población tienen la misma probabilidad de ser capturados.
- 4) Los animales marcados no son afectados ni por la operación de marcaje ni por la marca.
- 5) Las marcas no se pierden y son reconocidas al momento de capturar un individuo marcado.
- 6) Los supuestos que asumimos pueden ocurrir en individuos marcados y no marcados (Taylor *et al.* 1993; Ravinovich, 1980).

Estos supuestos no siempre se cumplen, sin embargo a menudo puede detectarse el problema que los ocasiona y puede ser controlado o minimizado con medidas oportunas. Entre los problemas más frecuentes están los siguientes (Gulland, 1971; Ulltang, 1977):

- a) Pérdida de marcas.
- b) Comunicación incompleta de las marcas recapturadas por los pescadores
- c) Diferente vulnerabilidad a la pesca por peces marcados y no marcados
- d) Los peces marcados no se mezclan uniformemente con la porción no marcada de la población.
- e) Muerte de los peces inmediatamente después de ser marcados.
- f) Mortalidad natural de peces marcados.
- g) Emigración de peces marcados.
- h) Reclutamiento entre el primero y segundo periodo.

La pérdida de marcas es un problema que se presenta a menudo y puede ser causado por un procedimiento deficiente para colocarla o por que la marca no es la indicada para la especie que se está estudiando. Cuando la pérdida de marcas ocurre a una tasa instantánea uniforme a lo largo de todo el experimento puede controlarse este factor de error. Sin embargo también se puede tomar como pérdida de marcas la emigración de peces marcados, la comunicación incompleta de recapturas o la muerte del pez (Gulland, 1971; Ricker, 1975; Nichols, 1992).

Para el desarrollo de los métodos de marcaje y recaptura se han creado varias formas de marcaje por ejemplo: las micromarcas de códigos metálicos, el marcaje con pintura en spray, la tinción fluorescente y las minimarcas externas de plástico, cada método posee ventajas y desventajas, basado en los atributos de cada especie (Szedlmayer y Jeffrey, 1995; Collins *et al.* 1994). Por ejemplo, los peces marcados con discos de Petersen pueden ser mas fácilmente retenidos por la red y puede lesionarse al momento de capturarlo. Por ello se hace necesario previo a cualquier estudio de marcaje y recaptura, un examen de diferentes tipos de marcas para seleccionar la más conveniente para la especie a investigar (Ricker, 1975; Gulland, 1971; Baeza y Basurto, 1999).

La mezcla homogénea incompleta de peces marcados con los no marcados constituye uno de los problemas más comunes y ocurre cuando se efectúan las recapturas inmediatamente después del momento de marcado. De acuerdo a los resultados, esto puede ocasionar una subestimación o sobreestimación del volumen de la población, pero se puede atenuar dando

un tiempo suficiente para la mezcla homogénea tomando en cuenta la movilidad de la especie y mediante una serie de arrastres espaciados uniformemente que cubran la totalidad del área, marcando todos los peces capturados en cada estación o una proporción constante de los mismos. Esto es posible en un área pequeña, pero no es fácil hacerlo en un área oceánica extensa (Gulland, 1971).

Cuando se quiere conocer la variación de la abundancia de una población, el éxito del estudio depende en gran medida de que se conozcan los patrones de migración de las poblaciones y la identificación de las mismas. Por ejemplo, si dos poblaciones pasan algún periodo de tiempo separados y se mezclan en otros, es importante conocer que proporción de la captura viene de cada población (Ulltang, 1977). En el caso del reclutamiento es importante medir el número de nuevos individuos en la población, esto se puede hacer a partir de las composiciones por edades o tallas. En los casos en que no es posible identificar a los reclutas, se pueden utilizar las variaciones que se producen con el tiempo en la proporción entre los peces marcados y los peces no marcados para corregir la estimación, extrapolando retrospectivamente la tendencia observada hasta el momento del marcado (Ulltang, 1977).

La estimación de la abundancia mediante métodos de marcaje, exige, más que cualquier otro método quizá, una cuidadosa planificación de todas las fases, y a veces puede resultar necesario realizar un experimento piloto a escala reducida, antes del experimento principal para obtener información sobre las posibles fuentes de error y la mejor manera de minimizarlos (Ulltang, 1977).

4. OBJETIVOS

- 1.- Determinar la distribución de *Albula vulpes* en la parte norte de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an.
 - 1.1 Definir los sitios donde se encuentra de la especie.
 - 1.2 Identificar los sitios con mayor abundancia de individuos.
 - 1.3 Describir la composición de la población por tallas.

- 2.- Determinar la abundancia poblacional de *Albula vulpes* en la parte norte de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.
 - 2.1 Estimar el tamaño poblacional en la laguna Boca Paila y en la Bahía de la Ascensión para peces mayores a 27 cm.
 - 2.2 Determinar la relación peso-longitud de la especie.
 - 2.3 Aproximar el valor de la biomasa de la población en la zona de estudio, para peces mayores a 27cm.

5. AREA DE ESTUDIO

La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK) cuenta con una superficie de 528 mil hectáreas en la costa central de Quintana Roo, México. Geográficamente comprende desde el sur de Tulum (Latitud 20° 06') hasta punta Pulticub (Latitud 19° 05') e incluye a las Bahías de la Ascensión y del Espíritu Santo contiene aproximadamente 120,000 hectáreas de ambientes costeros y marinos, incluyendo la zona de arrecifes coralinos (Figura 1). La extensión de esta sección arrecifal es de aproximadamente 110 km de longitud (Gutiérrez, *et al.* 1993). Toda el área de la Reserva es una extensa llanura cuya cota máxima apenas alcanza los 10 metros sobre el nivel del mar, en las partes bajas hay marismas y manglares y los lugares mas elevados están cubiertos de selvas subperennifolias y subcaducifolias (Olmedo *et al.* 1983).

El clima de la región es de tipo AW (Köppen), cálido subhúmedo con lluvias en verano, con estiaje prolongado y se presenta una canícula en el mes de agosto. La precipitación anual fluctúa entre 1100 y 1200 mm, de los cuales el 70% ocurre entre los meses de mayo a octubre y el 30 % restante durante el periodo de sequía el cual se manifiesta más claramente entre los meses de enero a abril. La reserva está situada sobre un subsuelo calcáreo, con suelos poco profundos en las partes elevadas y poca profundidad del manto freático, generalmente permeables, ricos en materia orgánica y con pH neutro a ligeramente alcalino (7.0 - 8.0) (Olmedo, *et al.* 1983; López-Ornat, 1983).

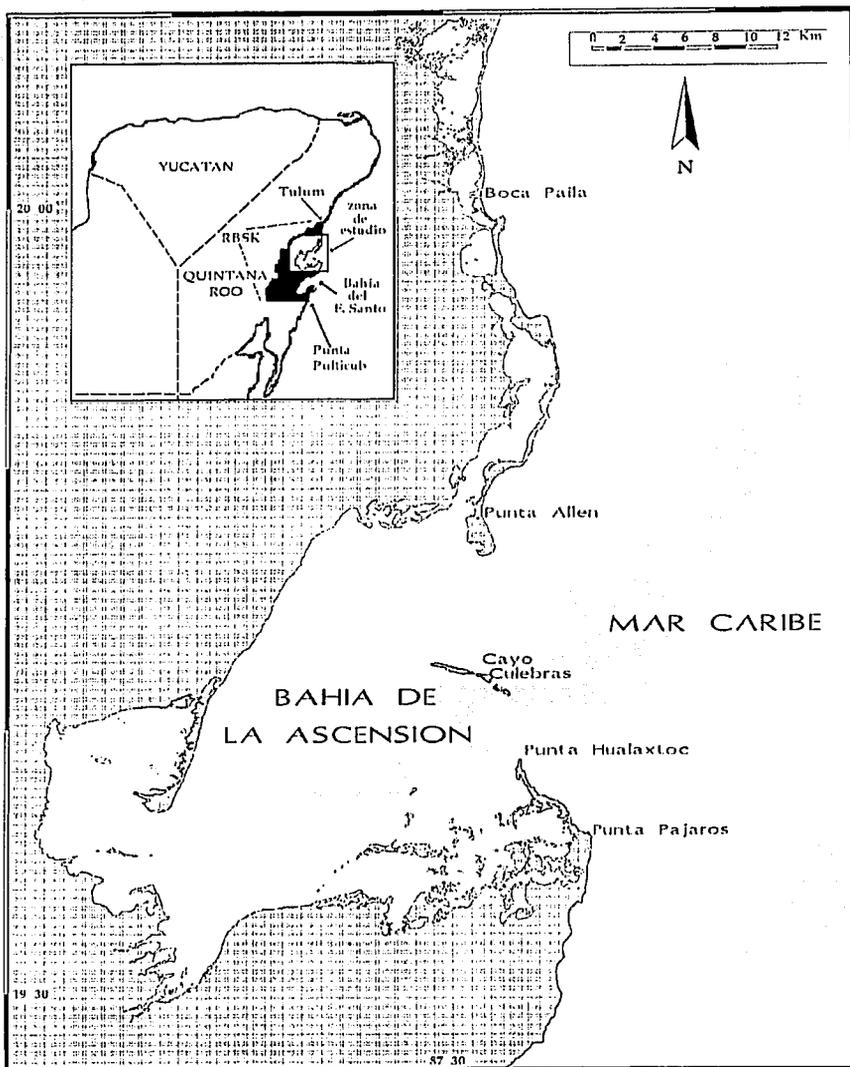
El área de estudio se ubica en la parte norte de la RBSK (Figura 1). Comprende la laguna de Boca Paila y la Bahía de la Ascensión, así como el sistema de lagunas y canales que conectan estas dos zonas. En la laguna costera de Boca Paila predomina un fondo lodoso con manchones de pasto marino y suelos arenosos de poca profundidad (30 a 200 cm). Está rodeada por manglares chaparros y se comunica al mar por una boca de aproximadamente 50 m de extensión y a la Bahía de la Ascensión por medio de lagunas y canales que varían en amplitud. Posee varios puntos de afloramiento de agua dulce u ojos de agua que convierten a esta zona en un ambiente salobre. En determinados puntos se forman pequeños cayos o mogotes donde anidan una gran variedad de aves. El fondo lodoso de la laguna es rico en microorganismos que se encargan de degradar rápidamente la materia orgánica, en algunas zonas se encuentran gran cantidad de moluscos, y crustáceos portúnidos, peneidos e isópodos. Los cardúmenes de macabí se encuentran asociados a pargos, mojarras, ocasionalmente palometa (*Trachinotus falcatus*) y barracudas (*Sphyræna barracuda*), siendo este último uno de los principales depredadores de la especie. En la laguna se pueden encontrar también animales de mayor tamaño como rayas, cazones y manatíes, entre el manglar se pueden llegar a observar cocodrilos (Suárez, *et al.* 1994).

La Bahía de la Ascensión tiene una extensión de 470 km (Suárez *et al.*, 1994). Presenta un frente oceánico amplio de aproximadamente 12.5 km de anchura, medido desde Punta Allen hasta Punta Hualastock (Figura 1); en el punto intermedio a estas se halla Cayo Culebras orientado perpendicularmente a la boca de la bahía (Espejel, 1983). En su interior presenta un sistema de pequeñas y numerosas lagunas. Su geomorfología es de un valle de río inundado, su salinidad es de normal a hiposalina (31-22 ‰), su recirculación es normalmente baja excepto por efectos maréales y huracanes, la amplitud máxima de la marea es de 22 cm (Vidal y Basurto, en prensa). La Bahía está rodeada por manglar (*Rhizophora mangle*) que es un fuerte productor de detritus y ofrece recurso que favorece el desarrollo de fauna béntica (Vidal y Basurto, en prensa), Los poliquetos son un importante componente de ésta,

formando parte de la epifauna en las raíces del mangle, así como de la infauna de fondos blandos, los crustáceos anfípodos son también un grupo abundante y diverso en la comunidad béntica asociados a raíces de *R. mangle*, macroalgas y pasto marino (Vidal y Basurto, en prensa).

Dentro de la bahía se encuentra un suelo compuesto por rocas, arena y limo (Zárate, 1996). En la mitad interior, que es somera, su fondo está cubierto de lechos dispersos de pasto marino, principalmente *Thalassia testudinum*, entremezclados con arena calcárea y pedacera de coral. La mitad exterior está dominada por substratos duros, arenosos y zonas de corales entremezclados con lechos de pasto marino, de densidad moderada a alta (Espejel, 1983; Zárate, 1996.). En las lagunas que se encuentran dentro de la Bahía, el fondo es lodoso entremezclado con pasto marino, en éstas se pueden encontrar profundidades desde 30 cm. En la mayor parte el agua es clara, sin embargo, hay zonas donde la turbidez es muy marcada. Al igual que en la laguna de Boca Paila, el macabí se encuentra asociado a diferentes especies de peces como mojarras, barracudas, pargos, palometas y cazones.

La Bahía de la Ascensión representa una área importante para la pesca artesanal y es considerada como área de crianza para algunos de los recursos que se explotan comercialmente en las costas del Caribe mexicano, tales como: langosta, tiburón y una gran cantidad de especies costeras y oceánicas (Vidal y Basurto, en prensa).



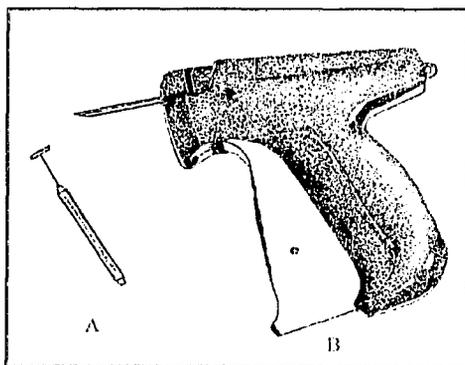
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 1. Localización de la zona de estudio ubicada en la zona norte de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK).

El trabajo de campo se dividió en un periodo de captura y marcaje, seguido por un periodo de recaptura. El primero se llevó a cabo del 29 de abril al 8 de mayo de 1998 y las recapturas se efectuaron del 28 de mayo al 3 de junio de 1998. Las capturas y recapturas se realizaron en diferentes sitios de la Laguna de Boca Paila, Bahía de la Ascensión y los canales que comunican ambas zonas, ubicando los lugares donde era más probable encontrar cardúmenes de la especie, auxiliados para encontrarlos por un guía de pesca deportiva.

Una táctica que se utilizó para capturar a la especie consistió en localizarlos cuando se alimentaban en cardumen, ya que su presencia puede notarse a distancia al revolver el fondo en busca de fauna béntica, formando un manchón que los pescadores de la región denominan "el turbio" (Juan Briceño, com. pers. 1998). Colton y Alevizon (1983_b) reportan el término en inglés como "mudding", esto sólo se observa cuando la profundidad del lugar es menor a un metro aproximadamente o cuando baja la marea.

Para la captura, se utilizó una red de cerco de nylon, de 200 m de largo y 2 m de calado, con una luz de malla de 2.25 pulgadas. Al principio del estudio se presentaron problemas con esta red ya que los peces con tallas entre los 18 y 25 cm se enmallaban y en la mayoría de los casos morían, en tanto que los peces grandes en ocasiones tiraban fuertemente para intentar salir, esto ocasionaba que quedaran atrapados del hocico y si no eran liberados rápidamente morían por asfixia. Para evitar esto, los peces capturados se trasladaron a redes de mano, jamos fabricados con tela, donde se mantuvieron entre 5 y 10 minutos dentro del agua y sin riesgo de maltrato o anoxia. Se considera que el estrés de pesca tampoco ocasionó la posterior muerte de peces. Sobre esto Baeza y Basurto (1999) reportan un tiempo de 28 días posteriores a la captura y marcaje del macabí sin muertes al estrés de pesca. En los lugares donde se obtuvo captura, se registró la posición geográfica, utilizando un GPS portátil marca Trimble Navigation Limited. También se registró el número de peces capturados y el número de lances realizados en cada punto.



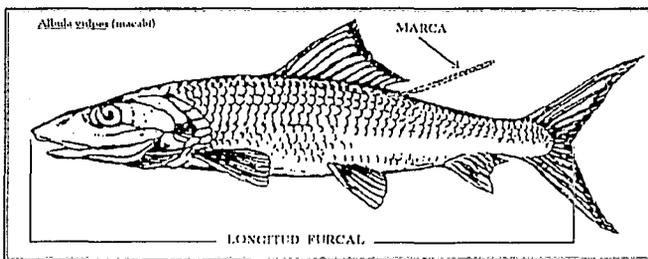
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 2. (A) Marca Floy Tag FD-94, (B) pistola Mark II.

En el primer periodo, los peces capturados se marcaron con una marca externa, incolora, de tipo ancla-T, codificada por la empresa que la comercializa como Floy Tag FD-94 (Fig. 2A), cada marca estaba rotulada con un número individual para reconocer al pez en capturas posteriores.

Diversos autores recomiendan el uso de estas marcas en estudios de marcaje, McAllister *et al.* (1992), después de evaluar nueve diferentes marcas en trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) durante nueve meses, encontró que la marca ancla-T resultó ser la más efectiva en cuanto a su retención y daño mínimo ocasionado. Collins *et al.* (1994), en un estudio con el esturión nariz corta (*Acipenser brevirostrum*) encontró una retención de 85% en la marca ancla-T después de transcurridos setenta días. Específicamente en el macabí, Baeza y Basurto (1999) determinaron que al menos durante un mes esta marca no afecta la sobrevivencia del macabí en tallas superiores a 23 cm y recomiendan su uso para experimentos de marcaje y recaptura debido a su rápida aplicación y una probable mayor retención. Por otro lado, la marca fue de un color transparente que resultaba críptico al color del pez, para evitar que fuese llamativa a sus depredadores y poseía en su cubierta una algicida, para evitar que en su superficie se formaran colonias de algas que dificultasen la movilidad del pez y facilitarían su captura.

De cada pez capturado se midió su longitud furcal LF (± 1 cm.) (Fig. 3), utilizando un ictiómetro en "V" forrado para evitar lesiones en el pez. Los peces con tallas ≥ 28 cm de LF fueron marcados registrando el número de marca. La marca se insertó entre los pterigóforos de la aleta dorsal (Fig. 3) utilizando una pistola Mark II (Fig. 2-B), de acuerdo a la metodología descrita por el manual de Floy Tag & Manufacturing. Todo el proceso de marcaje se llevó a cabo con el pez dentro del agua y al finalizar el pez era liberado.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 3. Macabí: indicando su longitud furcal (LF) y el lugar donde se insertó la marca.

En el segundo periodo se utilizó el mismo sistema de pesca, los peces capturados se contaron y se midieron, se registró el número de peces recapturados, de los cuales se anotó el número de marca que llevaban y el lugar donde se recapturaron.

Para conocer la distribución de *Albula vulpes* se tomó la posición geográfica de los lances con presencia de este en los dos periodos de muestreo, estos datos fueron introducidos en un Sistema de Información Geográfica (Programa CAMRIS). Para tener una apreciación cualitativa de la abundancia de la especie en cada uno de los sitios, se dividió el número de peces capturados entre el número de lances que presentaron captura de al menos un pez.

Con los datos de longitud furcal de cada pez se obtuvo la composición por tallas de la población capturada, para esto se utilizó una gráfica de cajas que muestra el valor medio, así como la longitud máxima y mínima que se presentó en cada estación. Para verificar si existían diferencias significativas en las tallas presentadas en Boca Paila y los canales, en comparación con la Bahía de la Ascensión, se realizó una comparación de sus respectivos valores medios utilizando una prueba de T-student (Gómez y Luque, 1998).

El Tamaño Poblacional del macabí (*Albula vulpes*) se estimó por el método modificado de Petersen (Ricker, 1975). Para aplicar este método se utilizaron los datos del número de peces capturados del primer periodo y el número de peces capturados en el segundo, así como el número de recapturas. Con el propósito de lograr una mezcla homogénea de la población marcada con la no marcada, se dejó un periodo de 20 días después de finalizar el primer periodo de captura para llevar a cabo las recapturas.

La fórmula propuesta por Petersen para obtener un estimado del tamaño poblacional es la siguiente:

$$N = \frac{M C}{R}$$

donde:

- M = Número de peces marcados
- C = Número de peces capturados en la segunda muestra
- R = Número de peces recapturados
- N = Tamaño poblacional en el tiempo de marcaje.

Aunque la expresión anterior es un estimador consistente de N, Bailey (1951) y Chapman (1951) ambos en Seber (1982) consideran que cuando la muestra es pequeña o cuando el número de recapturas es menor o igual que 7, tiende a sobrestimar la población. Seber op cit. recomienda el estimador.

$$N^* = \frac{(M+1)(C+1)}{(R+1)} - 1$$

donde:

N*= Tamaño Poblacional.

En este estudio se utilizó una modificación hecha por Chapman utilizando las mismas variables y omitiendo el -1 , el cual considera no es significativo. La versión de Chapman es la siguiente (Ricker, 1975).

$$N^* = \frac{(M+1)(C+1)}{(R+1)}$$

Asimismo, la varianza del Tamaño Poblacional se calculó mediante la expresión propuesta por Chapman (1951, en Ricker, 1975). Obteniendo también su Desviación Estándar.

$$V^*(N^*) = \frac{(M+1)^2 (C+1) (C-R)}{(R+1)^2 (R+2)} = \frac{N^2 (C-R)}{(C+1) (R+2)}$$

$$D.E = \sqrt{V^*(N^*)}$$

$$C.V^* = \frac{D.E^*}{N^*} \cdot 100$$

donde:

N^* = Tamaño poblacional

V^* = Varianza de la estimación

$D.E^*$ = Desviación Estándar de la Estimación.

$C.V^*$ = Coeficiente de Variación de la estimación.

Con las variables se obtuvieron y compararon límites de confianza asumiendo una distribución Normal y una distribución de Poisson. Para la utilización del Modelo Normal se tomó el valor de $Z = 1.96$ para intervalos con 95% de confianza (Gomez y Luque, 1998). En el segundo caso se obtuvieron substituyendo el valor de la variable R , en la fórmula propuesta por Chapman, por los valores inferior y superior de las tablas, para intervalos con 95% de confianza: encontrados en Ricker (1975).

Para obtener la relación peso total-longitud furcal se realizó un tercer muestreo del 9 al 10 de septiembre de 1998, en esta ocasión se capturaron en la Bahía de la Ascensión de 3 a 10 peces de cada talla (28 a 44 cm de LF), y se registró la longitud furcal con una precisión de

± 1 cm. El peso se registro con una balanza romana, con una exactitud de ± 5 gramos. Terminado este procedimiento los peces fueron liberados. Con estos datos se calculó la relación potencial (Sparre y Venema, 1995):

$$W = a L^b$$

donde :

W = Peso total en gramos.

L= Longitud furcal

a y b son constantes de la ecuación.

La estimación de la Biomasa de la población de macabí se calculó estimando el número de individuos por clase de talla a partir del tamaño poblacional, relacionando el porcentaje con el que cada talla contribuye al total de la población y desarrollando la siguiente expresión (Sparre y Venema, 1995):

$$n_x = \frac{(N) (P_j)}{100}$$

n_x = Número de individuos por cada clase de talla.

N = Tamaño Poblacional Estimado.

P_j = Porcentaje con que cada clase de talla "x" contribuye al total poblacional.

El peso medio por clase de talla (W_x) se estimó a partir de la relación peso longitud y éste se multiplicó por su correspondiente (n_x) para calcular la biomasa por clase de talla (b_x). Finalmente se calculó la biomasa total (B) mediante la sumatoria de cada b_x .

$$B = \sum b_x^j$$

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Distribución de *Albula vulpes* en la Zona de Estudio.

Durante el primer y segundo periodo de muestreo se capturaron respectivamente 1032 y 1645 individuos de *Albula vulpes* (macabí). En total 2677 peces fueron capturados en 68 lances (Tabla 1).

| Estación | Periodo de Muestreo | Captura Total | Nº Lances | Posición | | | |
|----------|---------------------|---------------|-----------|----------|----------|------------|-------------------------|
| | | | | Latitud | Longitud | Zona | Nombre de la estación |
| 1 | Captura | 27 | 4 | 20.098 | 87.477 | Boca Paila | Norte (sombra) |
| 1 | Recaptura | 15 | 2 | 20.098 | 87.477 | Boca Paila | Norte (sombra) |
| 2 | Captura | 67 | 3 | 20.083 | 87.474 | Boca Paila | Norte (Palo seco) |
| 2 | Recaptura | 45 | 4 | 20.083 | 87.474 | Boca Paila | Norte (Palo seco) |
| 3 | Captura | 39 | 3 | 20.073 | 87.474 | Boca Paila | Norte (1ª punta) |
| 3 | Recaptura | 26 | 3 | 20.073 | 87.474 | Boca Paila | Norte (1ª punta) |
| 4 | Captura | 190 | 7 | 20.007 | 87.485 | Boca Paila | Boca y bajos cercanos |
| 4 | Recaptura | 72 | 2 | 20.007 | 87.485 | Boca Paila | Boca y bajos cercanos |
| 5 | Recaptura | 83 | 3 | 19.994 | 87.484 | Boca Paila | Frente al encierro |
| 6 | Recaptura | 58 | 2 | 19.982 | 87.474 | Boca Paila | Entrada 2º Laguna |
| 7 | Recaptura | 271 | 1 | 19.965 | 87.480 | Boca Paila | Mogote de los pájaros |
| 8 | Recaptura | 123 | 1 | 19.880 | 87.441 | Canales | Mogote de San Juan |
| 9 | Captura | 161 | 1 | 19.855 | 87.446 | Canales | Muelle de Chen-Chomac |
| 9 | Recaptura | 194 | 1 | 19.855 | 87.446 | Canales | Muelle de Chen-Chomac |
| 10 | Captura | 6 | 1 | 19.837 | 87.465 | Canales | 2km sur, Chen-Chomac |
| 11 | Captura | 5 | 1 | 19.829 | 87.490 | Canales | L. frente a Punta Allen |
| 12 | Captura | 24 | 2 | 19.805 | 87.530 | Bahía | San Pinocho |
| 12 | Recaptura | 264 | 3 | 19.805 | 87.530 | Bahía | San Pinocho |
| 13 | Captura | 42 | 1 | 19.800 | 87.538 | Bahía | Punta Gorda |
| 14 | Captura | 6 | 1 | 19.800 | 87.524 | Bahía | L. anexa a Sn Pinocho |
| 15 | Recaptura | 3 | 1 | 19.620 | 87.521 | Bahía | Cayo Cedro |
| 16 | Captura | 108 | 2 | 19.614 | 87.673 | Bahía | Vigía Grande |
| 16 | Recaptura | 36 | 2 | 19.614 | 87.673 | Bahía | Vigía Grande |
| 17 | Captura | 74 | 2 | 19.609 | 87.482 | Bahía | El Cocalito |
| 17 | Recaptura | 23 | 2 | 19.609 | 87.609 | Bahía | El Cocalito |
| 18 | Captura | 28 | 1 | 19.597 | 87.486 | Bahía | Atrás del Cocalito |
| 18 | Recaptura | 30 | 1 | 19.597 | 87.486 | Bahía | Atrás del Cocalito |
| 19 | Captura | 85 | 3 | 19.594 | 87.516 | Bahía | Lagartijas |
| 20 | Captura | 126 | 1 | 19.593 | 87.533 | Bahía | Laguna de los pinos |
| 20 | Recaptura | 91 | 1 | 19.593 | 87.533 | Bahía | Laguna de los Pinos |
| 21 | Recaptura | 1 | 1 | 19.589 | 87.658 | Bahía | 3º Mogote de Xhobon |
| 22 | Recaptura | 187 | 2 | 19.587 | 87.658 | Bahía | 2º Mogote de Xhobon |
| 23 | Recaptura | 123 | 1 | 19.565 | 87.575 | Bahía | Salida Tres Marías |
| 24 | Captura | 44 | 2 | 19.562 | 87.560 | Bahía | Sur de Tres Marías |
| | Total | 2677 | 68 | | | | |

Tabla 1. Estaciones de captura y recaptura de macabí *Albula vulpes* en la Bahía de la Ascensión y lagunas costeras adyacentes durante los periodos: 29 de abril al 8 de mayo y del 28 de mayo al 3 de junio de 1998. Se presenta la captura total en número de peces, número de lances por estación y su posición geográfica.

Los periodos de captura y recaptura se realizaron en 24 estaciones de muestreo a lo largo de la zona de estudio, el sitio de captura y recaptura fue el mismo en diez estaciones, seis de los sitios de captura no se muestrearon en el periodo de recaptura por que no se observó la presencia de la especie. En la tabla 1 se presenta el nombre con el que localmente es conocido el sitio de cada estación o bien se da referencia de un sitio cercano, de forma que en el campo se pueden localizar con la ayuda de un guía de pesca. En 18 días de muestreo se recorrieron las áreas conocidas por los guías de pesca deportiva con probabilidad de encontrar algún macabí, con excepción de la zona comprendida entre la estación 7 y 8 (Fig. 4). Este sector no se muestreó debido a que los canales eran estrechos y no permitían maniobrar la lancha, por esto mismo se dificultaba llegar a la zona, sin embargo en base a los comentarios de los guías de pesca en esta área hay presencia de macabí (Juan Briceño, com-pers. 1998).

El número de peces capturados presentó una alta variabilidad (Tabla 1), esto podría esperarse cuando se trata de diferentes estaciones, sin embargo también ocurrió en una misma estación, por ejemplo la estación 12 es la que presentó una diferencia más marcada esto se podría explicar por que la captura se realizó por la tarde y la recaptura por la mañana, respecto a esto se observó que en determinadas estaciones fueron numerosos por la mañana, pero hacia el medio día disminuyó su abundancia como en la estación 12. Este comportamiento se observó más acentuado en algunas de las estaciones de la Laguna Boca Paila y sólo en pequeñas lagunas del Canal y del interior de la Bahía de la Ascensión con aguas someras de ≤ 70 cm de profundidad. El patrón de conducta observado en el presente estudio sugiere que los peces se mueven de aguas someras, que elevan su temperatura a lo largo del día, hacia aguas profundas donde la variación de la temperatura es menor. Sobre esto Colton y Alevizon (1983_a) reportaron para una población de macabí en la región Este de la Grand Bahama Island, movimientos diarios entre el mar y las zonas estuarinas, respondiendo este comportamiento a los ciclos de marea y al cambio de la temperatura del agua.

Respecto a lo anterior, también se puede citar como ejemplo la estación 20, ésta era una laguna de aproximadamente 300 m de amplitud, con una profundidad de ± 70 cm, y con dos bocas en extremos opuestos de aproximadamente 3 m de ancho, una de estas bocas se cerraba al medio día. Se observó que en esta estación los peces se reunían por la mañana para alimentarse, los peces se observaban a simple vista pero había puntos de reunión muy visibles por el "turbio" (Juan Briceño, com pers. 1998) que formaban en el proceso de alimentación. Después del medio día, cuando una de las bocas se cerraba y se elevaba la temperatura del agua, ya no se observaban peces.

En general, se observó que los peces se distribuyen en los márgenes de la laguna Boca Paila, la Bahía de la Ascensión y el Canal que une estas dos zonas. Habitan lugares bien definidos, como lagunas someras de poca amplitud de aguas tranquilas o bien en zonas semi-abiertas pero siempre cerca de los cayos. Es común observar su desplazamiento por los angostos canales naturales formados entre los cayos de *Rhizophora mangle*, principalmente en suelos de tipo lodoso mezclados con pasto marino cuya composición sugiere una abundante fauna béntica por tener un constante aporte de materia orgánica de la vegetación circundante y un estancamiento permanente de sedimentos. Esta característica es importante, por que el tipo de suelo determina la disponibilidad de alimento y es uno de los factores que pueden limitar la distribución y la abundancia de los peces que buscan su alimento en el fondo (Yañez y Sánchez, 1988).

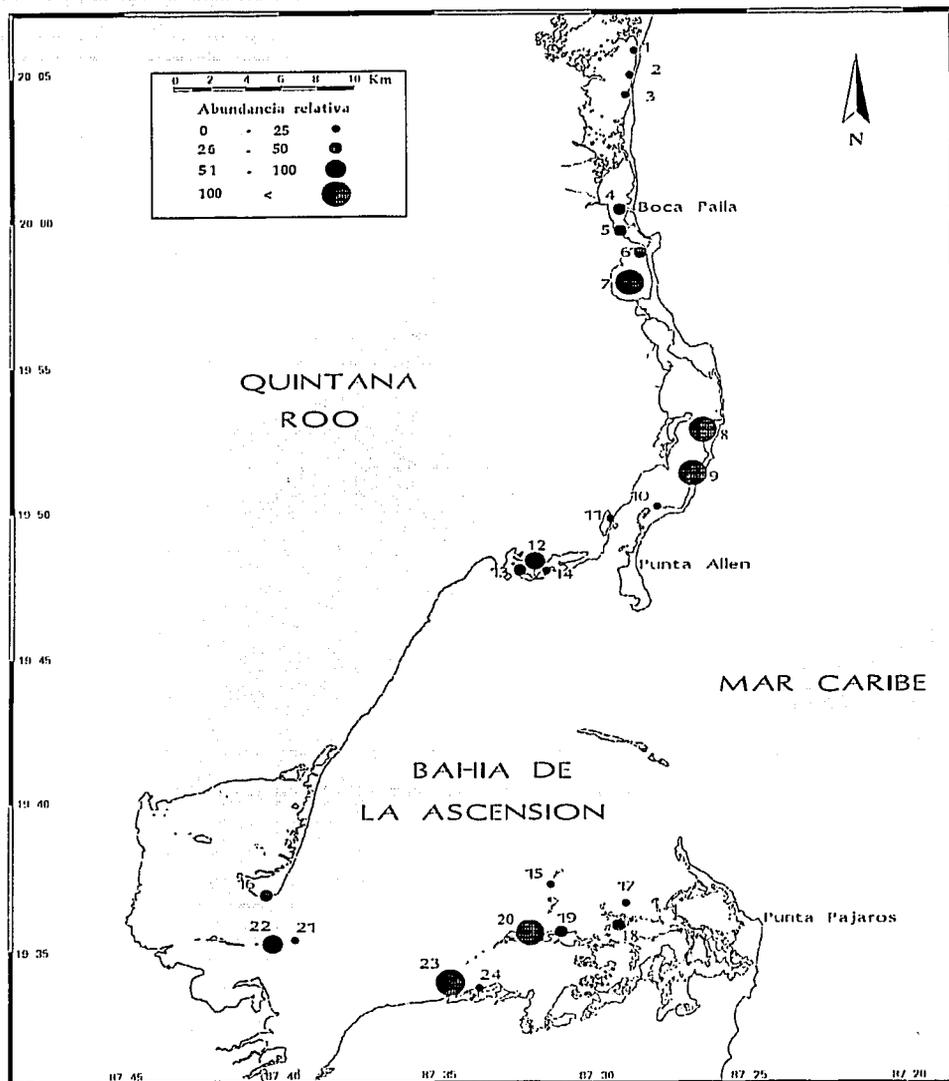


Figura 4. Distribución de los sitios con presencia de macabi, se pueden observar los sitios con mayor y menor abundancia de acuerdo a cuatro intervalos definidos con base en el número de peces capturados y número de lances realizados en cada estación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para determinar cualitativamente los sitios con mayor abundancia promedio se utilizó el número de peces capturados por lance en cada estación de muestreo. Se representó gráficamente la distribución de la abundancia en la zona de estudio agrupando los datos en cuatro categorías: 0-25, 26-50, 51-100 y más de 100 individuos/lance (fig.4).

La menor abundancia (de 0 a 25 peces por lance) se presentó en diez estaciones. Como son varias las estaciones que presentaron esta abundancia es difícil definir las características fisiográficas que las agrupan, sin embargo la mayoría de estaciones se ubicaron en zonas abiertas o semi-abiertas de aguas someras, donde la especie se congregaba o transitaba a ciertas horas del día en grupos pequeños de ± 10 individuos.

La abundancia de 26 a 50 peces por lance se presentó en 7 estaciones, la mayoría fueron sitios abiertos con características muy variables, pero en donde generalmente se capturó a la especie en movimiento, por tanto podrían ser sitios de tránsito de la especie para moverse de una laguna a otra o de una laguna al mar. Esto último es más probable en el caso de las estaciones 4 y 5, ya que se ubican en la boca de la laguna de Boca Paila.

En dos estaciones se observó una abundancia de 51 a 75 peces por lance, éstas fueron zonas semi-abiertas que se ubicaban en la Bahía de la Ascensión, con una profundidad aproximada de 1.5 m. Probablemente por tratarse de un ambiente marino, pero con la protección de cayos de mangle en los alrededores, se presentaba una abundancia mayor a la encontrada en las estaciones antes mencionadas.

Fueron cinco las estaciones donde se obtuvo la mayor abundancia (> 100 peces por lance), en el caso de las estaciones 7, 8 y 9 fueron estaciones dentro de la zona de canales siempre cerca de cayos de mangle, donde la captura de peces pequeños fue numerosa. En el caso de la estación 20 y 23 fueron lagunas de poca amplitud y de una profundidad de ± 70 cm. Estas estaciones se ubicaron en la Bahía de la Ascensión quizá por esto se capturaron cardúmenes completos de peces de mayor tamaño en comparación con las estaciones 7, 8 y 9. En particular sobre la estación 20, ya se había dicho que se trataba de un sitio de alimentación, donde los peces eran muy numerosos y evidentes a la hora de alimentarse, por esto hubo capturas de más de 100 peces en un solo lance.

Los resultados muestran que en los sitios abiertos y de tránsito la abundancia fue menor, la mayor abundancia se encontró en lugares circundados por mangle que forma canales y pequeñas lagunas, quizá porque en los canales los peces encuentran mayor protección y las lagunas a ciertas horas son sitio de alimentación.

7.2 Composición de la población por talla.

Los peces capturados en ambos periodos de muestreo comprendieron un total de 2677 peces con un rango de tallas de 18 a 53 cm de LF, con una media de 35.5 cm de LF y una Desviación Estándar de 10.5, (Fig. 5). Aunque la moda se presentó en la talla de 35 cm de LF se observó una distribución polimodal entre los 30 a 38 cm de LF.

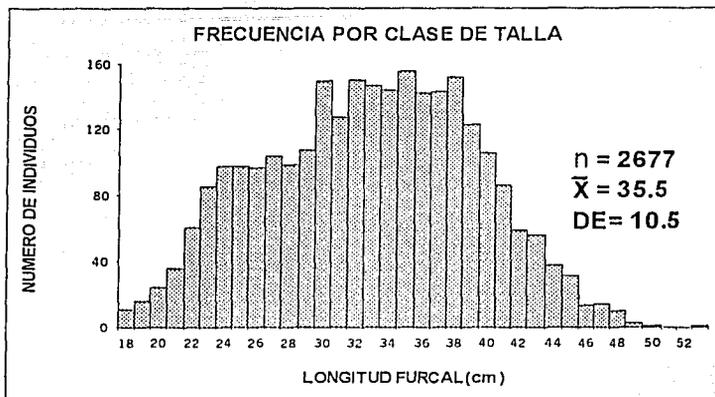


Figura 5 Histograma de frecuencia por clase de talla, incluyendo el total de la muestra (N), su media (\bar{X}) y Desviación Estándar (DE).

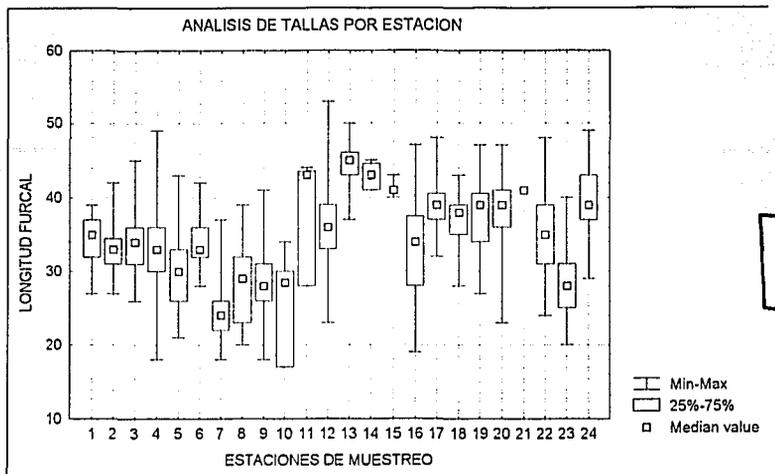
Para continuar con el análisis por tallas se realizó una gráfica de cajas (Fig. 6), las estaciones que presentaron un mayor rango de tallas fueron la 4, 12 y 16. En la estación cuatro por ejemplo los cardúmenes capturados comprendían peces de 18 a 49 cm de longitud furcal; esto posiblemente se debe a que la estación se ubica en la boca de la laguna Boca Paila, donde se presenta un sistema de canales de poca amplitud (10 m aprox.). Los datos sugieren que por ser un espacio de tránsito de la especie, en la estación se mezclan peces de diferentes cardúmenes, por lo cual se capturaron individuos con un rango que incluye casi a todas las tallas de la muestra.

Las tallas medias menores a 35 cm se concentran en las estaciones 1 a 10 ubicadas en la zona de Boca Paila y los canales que unen a la Bahía, al norte de la Latitud 19. 50° N (Fig. 6). Las tallas medias de 35 a 53 centímetros se concentran en las estaciones 11 a 24, éstas se encuentran en la Bahía al sur de la Latitud 19. 50° N (Fig. 4). Sin embargo de acuerdo a las tallas medias presentadas, el primer grupo también se puede dividir en dos grupos, estos son de la estación 1 a 6 con tallas medias entre 30 y 35 cm y las estaciones 7 a 10 con tallas medias entre 24 y 29 cm (Fig. 6).

Para decidir con cuantos grupos se realizaba el análisis por tallas, se obtuvo primero un Análisis Cluster Jerárquico. En el dendograma obtenido se observan únicamente dos grupos uno de ellos incluyendo a otro más pequeño, por esto se decidió hacer el análisis con los dos primeros grupos mencionados (Fig. 7).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para analizar si existen diferencias significativas entre las tallas de los peces que habitan en la Bahía de la Ascensión y en el sistema de canales y lagunas costeras se realizó una comparación de la talla media de ambos grupos.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 6. Distribución de los valores de talla medios, máximos y mínimos que presenta cada estación.

La longitud furcal media obtenida en las estaciones 1 a 10 fue de 30.58 cm, y de 38.19 cm para las estaciones 11 a 24. Se compararon con una prueba de T-student las medias que presentaron cada grupo, bajo las siguientes hipótesis.

H_0 : = valor medio 1 = valor medio 2.

H_1 : = valor medio 1 \neq valor medio 2.

Con un $\alpha = 0.05$, el valor de t con 24 grados de libertad (v) es:

$$t_{(0.05, 24)} = 1.7109$$

Como 3.7575 es mayor que 1.7109, se aceptó la hipótesis alternativa. Con estos resultados se asume que el valor medio de las tallas encontradas en Boca Paila y en la Bahía de la Ascensión son diferentes, afirmado con un nivel de significancia de 5% (Gómez y Luque, 1988).

La comparación de medias de longitud furcal nos dio una diferencia significativa entre los peces que habitan hacia el norte de la Latitud 19.50° N y los que habitan hacia el sur de esta posición (Fig. 4). Los datos sugieren que la mayor parte de los peces juveniles permanecen en las zonas parcialmente cubiertas por vegetación como la Laguna de Boca Paila y los canales hasta alcanzar una talla mayor a 35 cm, moviéndose después a zonas de mayor influencia marina como en la Bahía de la Ascensión; este comportamiento quizá está motivado por la madurez sexual, ya que se ha reportado una talla mínima de

maduración sexual en hembras de macabí de hasta 36 cm de longitud furcal (Crabtree, *et al*, 1997).

La distribución por tallas también podría estar determinada por diferentes factores como: la fisiografía del terreno, profundidad, salinidad, temperatura, tipo del fondo y disponibilidad de alimento. En la zona de canales, por ejemplo se presenta abundantes congregaciones de *Rhizophora mangle* por tanto en esta zona, los peces juveniles encuentran una mayor protección. En cuanto a la salinidad se observó que, estas zonas constituyen áreas semi-cerradas, esto les da una menor salinidad porque el aporte de agua salada se da únicamente por la boca que se encuentra en la laguna de Boca Paila y por la Bahía de la Ascensión, además, la salinidad es atenuada por el agua dulce que aportan los ojos de agua. No obstante estas observaciones, en esta ocasión no se tienen datos exactos de los factores físico-químicos que influyen en la distribución de la abundancia y las tallas presentadas.

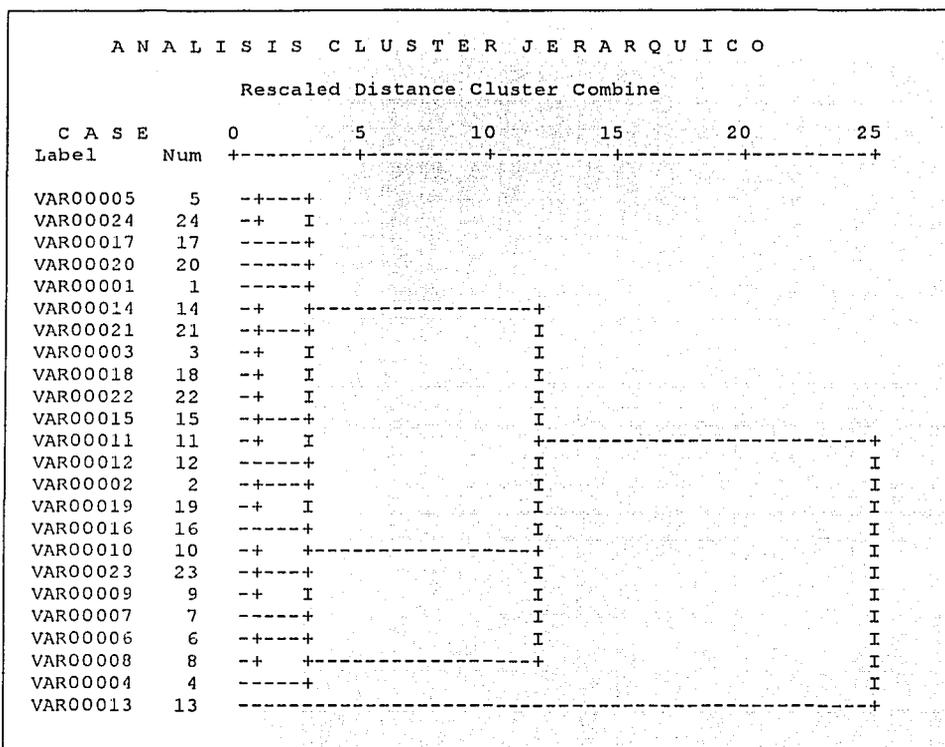


Figura 7. Dendograma obtenido en Análisis Cluster Jerárquico realizado a las 24 estaciones en estudio.

7.3 Tamaño poblacional.

La muestra total para estimar el tamaño poblacional fue de 1884 peces mayores a 27 cm, 932 de estos se marcaron en el periodo de captura y se obtuvo una muestra de 952 en el periodo de recaptura. Las tallas utilizadas para estimar el tamaño poblacional fueron de 28 a 53 cm. El intervalo de tallas de 18 a 27 cm no se utilizó en la estimación de tamaño poblacional a pesar de que ocupó un importante volumen de captura en la muestra, aproximadamente 25% (Figura 8).

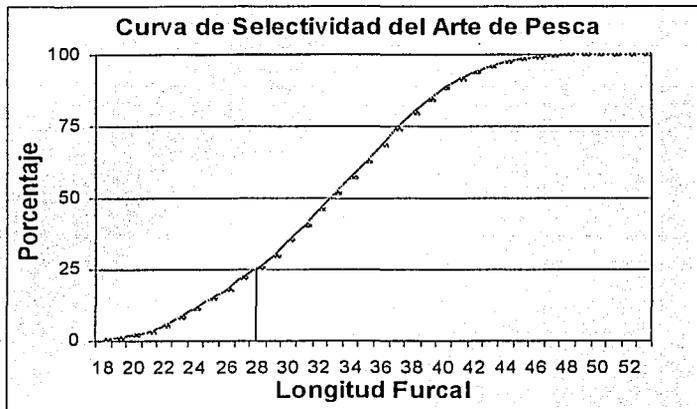


Figura 8. Curva de frecuencias acumuladas, muestra el porcentaje de captura por clase de talla.

Se estimó el tamaño poblacional para las zonas de Laguna de Boca Paila y Bahía de la Ascensión y para ambas zonas (norte de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an). En el periodo de captura se marcaron 270 peces en la Laguna de Boca Paila, en el periodo de recaptura se tuvo una muestra de 299 peces de los cuales 3 presentaron marca. Con estos datos se calculó un tamaño poblacional del macabí para Boca Paila de 20325 individuos con intervalos de confianza al 95% de +/- 8296 a 50813 individuos con el Modelo de Poisson y de +/- 2629 a 38021 con el Modelo Normal (Gómez y Luque, 1998) (Tabla 2).

En la Bahía de la Ascensión se marcaron 662 peces en el periodo de captura y tuvo una muestra de 653 peces en el periodo de recaptura de los cuales 10 presentaron marca. Con estos datos se estimó un tamaño poblacional del macabí para Bahía de la Ascensión de 39418 individuos, con intervalos de confianza al 95% de +/- 23956 a 86720 con el Modelo de Poisson y de +/- 17304 a 61533 con el Modelo Normal (Tabla 2).

Se estimó también el tamaño poblacional considerando todas las muestras juntas para la zona norte de la RBSK. La población estimada fue de 63511 individuos. Con intervalos de confianza al 95% de +/- 38161 a 112551 con el Modelo de Poisson y de +/- 31607 a 95415 con el Modelo Normal (Tabla 2).

| Zona de Estudio | M | C | R | N | C.V. | Intervalo de Confianza (95%) | |
|-----------------|-----|-----|----|-------|--------|------------------------------|---------------|
| | | | | | | Poisson | Normal |
| Boca Paila | 270 | 299 | 3 | 20325 | 44.42% | 8296 - 50813 | 2629 - 38021 |
| B. Ascensión | 662 | 653 | 10 | 39418 | 28.62% | 22351 - 76071 | 17304 - 61533 |
| Ambas zonas | 932 | 952 | 13 | 63511 | 26.62% | 38161 - 112551 | 31607 - 95415 |

Tabla 2. Estimación del tamaño poblacional (N) de Boca Paila y la Bahía de la Ascensión, indicando: peces marcados (M), peces capturados en la segunda muestra (C), y peces recapturados (R), Coeficiente de Variación (C.V).

La población estimada para el total de la zona norte de la reserva es de 66785, un valor ligeramente mayor a la suma de las poblaciones obtenidas individualmente en Boca Paila y La Bahía de la Ascensión (62824). En el caso de Boca Paila el coeficiente de variación es mayor en comparación a las obtenidas en la Bahía y en ambas zonas, quizá por las pocas recapturas obtenidas. En los tres casos los intervalos de confianza de Poisson fueron cercanos a los obtenidos con el Modelo Normal.

El tamaño poblacional estimado fue para peces de 28 a 53 cm. Al observar la figura 5, donde se tomaron en cuenta todas las tallas de la muestra, se observa una distribución cercana a una distribución normal pero con un número de individuos ligeramente mayor en tallas menores a 30 cm; ya que éstas se concentran preferentemente en Boca Paila y los canales. Quizá esta zona posee un tamaño poblacional parecido o ligeramente mayor al obtenido en la Bahía de la Ascensión, tomando en cuenta todas las tallas de la muestra.

El método de Petersen asume varios supuestos, para evitar la violación de cada uno de estos se revisaron los factores que podrían alterarlos y se controlaron en lo posible. Por ejemplo: se había señalado que el método de Petersen asume poblaciones cerradas, en este caso nuestra población se asume como tal, ya que el tiempo entre un muestreo y otro es corto y no se encuentra dentro de las temporadas de emigración de la especie que son de julio a enero de acuerdo con Colton y Alevizon (1983_a), tomando en cuenta que son mínimos los sesgos que esto pudo ocasionar.

En el cálculo del tamaño poblacional no se incluyeron 39 recapturas obtenidas en la estación 20, estas fueron tomadas como captura normal, es decir como peces sin marca, ya que al revisar los datos de captura se encontró que los 39 peces habían sido capturados juntos y marcados en el mismo sitio en que se recapturaron, aunque en este lance también hubo peces sin marca se decidió no tomar como una mezcla aleatoria porque los la probabilidad de captura fue la misma para el cardumen en conjunto, aunque quizá solo a ciertas horas del día como se vera mas adelante. En cuanto a esto Ulltang (1977) nos dice que si los peces marcados no están distribuidos al azar entre los peces sin marcar y el esfuerzo de pesca no se distribuye al azar, la proporción entre los peces marcados y los no marcados puede estar sobrestimada o subestimada dependiendo de las recapturas, con la consiguiente subestimación o sobrestimación del tamaño de la población. Con esta medida esta se evitaron sesgos que nos hubiesen llevado a subestimar el tamaño de la población.

Se cree que el caso anterior se debió al apego que la especie presenta hacia el cardumen y a la importancia que la estación tiene como sitio de alimentación, pero esto también se podría pensar que el tiempo de 20 días dado entre el periodo de captura y el de recaptura no fue suficiente para tener una mezcla homogénea completa. Incluso en la tabla 3 se observa que de las 13 recapturas totales 10 fueron marcados y recapturados en la misma estación. Sin embargo tomando como ejemplo la estación 2, donde se obtiene la primera de las recapturas, se observa que en esta estación se marcaron 67 peces en el primer periodo y se capturaron 45 en el segundo periodo de los cuales solo uno presentó marca. Los resultados sugieren que este pez se mezcló con otros cardúmenes y a pesar de que se recapturó en el mismo sitio donde se marcó forma parte de una mezcla homogénea, ya que de los 67 peces marcados se capturó sólo uno en un cardumen de tamaño similar; este ejemplo es aún más marcado en las recapturas de la estación 16 (Tabla 3).

| Nº Marca | Talla | CAPTURA | | | RECAPTURA | | | Zona |
|-------------|-------|----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|--------------|
| | | Fecha | Estación | Cap/total | Fecha | Estación | Cap/total | |
| 73 | 34 | 30/04/98 | 2 | 67 | 29/05/98 | 2 | 45 | Boca Paila |
| 140 | 38 | 1/05/98 | 3 | 39 | 29/05/98 | 3 | 26 | Boca Paila |
| 141 | 33 | 1/05/98 | 3 | 39 | 29/05/98 | 3 | 26 | Boca Paila |
| 565 | 48 | 6/05/98 | 12 | 24 | 31/05/98 | 12 | 264 | B. Ascensión |
| 496 | 43 | 5/05/98 | 17 | 74 | 1/06/98 | 18 | 30 | B. Ascensión |
| 486 | 37 | 5/05/98 | 17 | 74 | 1/06/98 | 18 | 30 | B. Ascensión |
| 516 | 39 | 5/05/98 | 17 | 74 | 1/06/98 | 18 | 30 | B. Ascensión |
| 503 | 46 | 5/05/98 | 17 | 74 | 1/06/98 | 17 | 23 | B. Ascensión |
| 493 | 43 | 5/05/98 | 17 | 74 | 1/06/98 | 17 | 23 | B. Ascensión |
| 519 | 35 | 5/05/98 | 17 | 74 | 1/06/98 | 17 | 23 | B. Ascensión |
| 514 | 37 | 5/05/98 | 17 | 74 | 1/06/98 | 17 | 23 | B. Ascensión |
| 969 | 35 | 8/05/98 | 16 | 108 | 3/06/98 | 16 | 36 | B. Ascensión |
| 941 | 36 | 8/05/98 | 16 | 108 | 4/06/98 | 16 | 36 | B. Ascensión |

Tabla 3. Peces que presentaron marca en el periodo de recaptura, indicando el número de marca, talla del pez en longitud furcal(LF,cm) fechas del periodo de marcaje, estación de captura y recaptura y la zona a la que pertenecen estas marcas.

Sobre esto Colton y Alevizon, (1983_a) reportan que los individuos de macabí permanecen en una localidad por un tiempo menor a una semana, moviéndose después a un lugar cercano 2 km aprox. Pero posiblemente los cardúmenes de macabí se disgregan y mezclan más lentamente de lo reportado; y algunos peces se mantienen en el mismo lugar o en lugares cercanos por más tiempo que otros. Por tanto se considera que el tiempo de 20 días entre el periodo de captura y recaptura no fue el óptimo pero no afectó la estimación del tamaño poblacional de igual forma se considera que la cantidad alta de recapturas obtenidas en un solo lance fue el factor que en cierto momento estuvo fuera de lo previsto y pudo ocasionar una subestimación del tamaño poblacional, sin embargo ocurrió sólo en una estación y se pudo controlar en el manejo de datos.

7.5 Relación Peso-Longitud.

Para la obtención de la biomasa de *Albula vulpes* (macabí) en la zona de estudio, se obtuvo primero su relación Peso-Longitud, los peces se capturaron en la Bahía de la Ascensión en el mes de septiembre, se observó que la población de peces de macabí era escasa en la fecha de muestreo, esto con acuerdo con la época de migración que va de julio a enero (Colton y Alevizon, 1983_a); por lo que a esto se obtuvo una captura de 99 peces de tallas entre 30 a 45 cm. De modo la relación se obtiene a través de la siguiente ecuación $P=0.0043 LF^{3.3169}$. Con un coeficiente de correlación de 0.9326 (Figura 9).

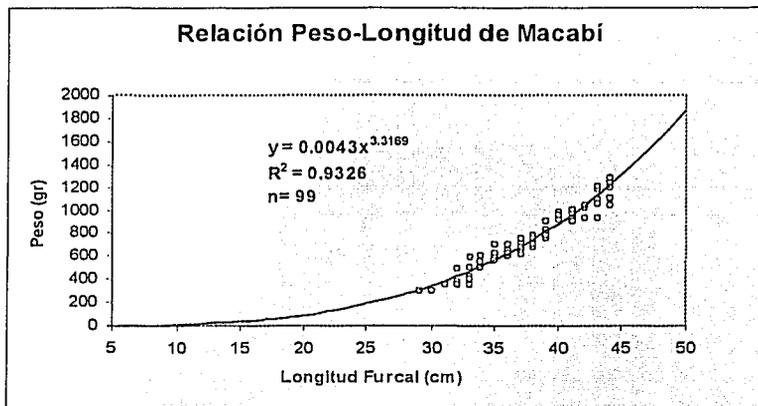


Figura 9. Relación Peso-Longitud del macabí con línea de tendencia y puntos que muestran la dispersión de los datos.

7.6 Biomasa.

La figura 10 muestra el porcentaje con el que cada clase de talla contribuye al total de la población muestreada mayor a 28 cm, para la Laguna Boca Paila y la Bahía de la Ascensión, así como ambas zonas. A partir del tamaño poblacional para cada zona por separado y ambas zonas, se calculó el número de individuos por clase de talla y su correspondiente contribución a la biomasa total (tabla 4,5 y 6).

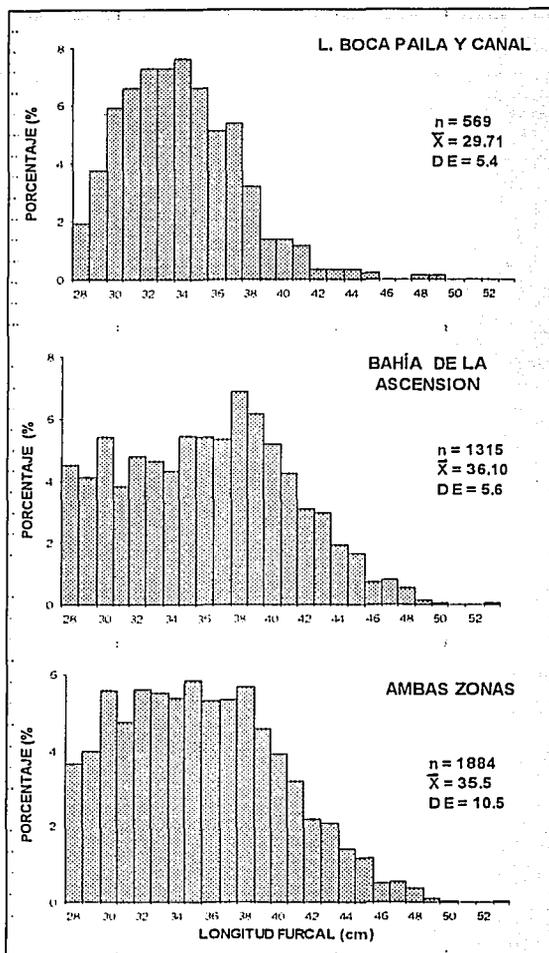


Figura 10. Porcentaje de la población por clase de talla en los sitios de estudio, indicando el tamaño de muestra (N), su media (\bar{X}) y desviación estándar (DE).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

| BIOMASA DE BOCA PAILA | | | | |
|-----------------------|--------|-------|----------|-------------|
| Talla | % | N | W | B |
| 28 | 2,460 | 500 | 271,361 | 135704,19 |
| 29 | 5,272 | 1072 | 304,857 | 326690,06 |
| 30 | 8,787 | 1786 | 341,139 | 609284,65 |
| 31 | 10,018 | 2036 | 380,335 | 774389,05 |
| 32 | 11,248 | 2286 | 422,572 | 966047,94 |
| 33 | 11,248 | 2286 | 467,980 | 1069856,68 |
| 34 | 11,599 | 2358 | 516,691 | 1218128,48 |
| 35 | 10,193 | 2072 | 568,837 | 1178512,07 |
| 36 | 7,909 | 1607 | 624,551 | 1003919,81 |
| 37 | 8,260 | 1679 | 683,970 | 1148293,48 |
| 38 | 4,921 | 1000 | 747,227 | 747358,51 |
| 39 | 2,109 | 429 | 814,462 | 349116,35 |
| 40 | 2,109 | 429 | 885,811 | 379700,16 |
| 41 | 1,757 | 357 | 961,416 | 343423,11 |
| 42 | 0,527 | 107 | 1041,415 | 111599,84 |
| 43 | 0,351 | 71 | 1125,952 | 80439,30 |
| 44 | 0,527 | 107 | 1215,169 | 130219,55 |
| 45 | 0,351 | 71 | 1309,209 | 93531,38 |
| 46 | 0,000 | 0 | 1408,218 | 0,00 |
| 47 | 0,000 | 0 | 1512,341 | 0,00 |
| 48 | 0,176 | 36 | 1621,726 | 57928,97 |
| 49 | 0,176 | 36 | 1736,520 | 62029,48 |
| 50 | 0,000 | 0 | 1856,872 | 0,00 |
| 51 | 0,000 | 0 | 1982,933 | 0,00 |
| 52 | 0,000 | 0 | 2114,852 | 0,00 |
| 53 | 0,000 | 0 | 2252,782 | 0,00 |
| total | 100 | 20325 | | 10786173,04 |

Tabla 4.- Datos utilizados en la obtención de la biomasa en Boca Paila, muestra la clase de talla en longitud furcal (LF,cm), el porcentaje de individuos que le corresponde en la muestra (%), el número de individuos estimados (N), el peso (W) y la Biomasa calculada para cada clase de talla.

| BIOMASA DE LA BAHIA DE LA ASCENSION | | | | |
|-------------------------------------|-------|-------|----------|-------------|
| Talla | % | N | W | B |
| 28 | 2,890 | 1139 | 271,361 | 309100,25 |
| 29 | 3,422 | 1349 | 304,857 | 411223,31 |
| 30 | 5,703 | 2248 | 341,139 | 766941,15 |
| 31 | 4,715 | 1858 | 380,335 | 706848,89 |
| 32 | 6,084 | 2398 | 422,572 | 1013349,45 |
| 33 | 5,627 | 2218 | 467,980 | 1038073,00 |
| 34 | 5,551 | 2188 | 516,691 | 1130635,37 |
| 35 | 6,844 | 2698 | 568,837 | 1534613,78 |
| 36 | 6,768 | 2668 | 624,551 | 1666199,73 |
| 37 | 6,844 | 2698 | 683,970 | 1845219,76 |
| 38 | 9,278 | 3657 | 747,227 | 2732633,14 |
| 39 | 7,985 | 3147 | 814,462 | 2563473,20 |
| 40 | 6,920 | 2728 | 885,811 | 2416303,40 |
| 41 | 5,703 | 2248 | 961,416 | 2161430,75 |
| 42 | 4,183 | 1649 | 1041,415 | 1716941,70 |
| 43 | 3,878 | 1529 | 1125,952 | 1721309,57 |
| 44 | 2,510 | 989 | 1215,169 | 1202041,36 |
| 45 | 2,205 | 869 | 1309,209 | 1138088,07 |
| 46 | 0,989 | 390 | 1408,218 | 548759,55 |
| 47 | 1,065 | 420 | 1512,341 | 634668,16 |
| 48 | 0,532 | 210 | 1621,726 | 340286,24 |
| 49 | 0,152 | 60 | 1736,520 | 104106,70 |
| 50 | 0,076 | 30 | 1856,872 | 55660,99 |
| 51 | 0,000 | 0 | 1982,933 | 0,00 |
| 52 | 0,000 | 0 | 2114,852 | 0,00 |
| 53 | 0,076 | 30 | 2252,782 | 67528,63 |
| total | 100 | 39418 | | 27825436,14 |

Tabla 5.- Datos utilizados en la obtención de la biomasa en la Bahía de la Ascensión, muestra la clase de talla en longitud furcal (LF,cm), el porcentaje de individuos que le corresponde en la muestra (%), el número de individuos estimados (N), el peso (W) y la Biomasa calculada para cada clase de talla.

| BIOMASA DE LA PARTE NORTE DE LA RBSK | | | | |
|--------------------------------------|-------|-------|----------|-------------|
| Clase | % | N | W | B |
| 28 | 2,760 | 1753 | 271,361 | 475683,76 |
| 29 | 3,981 | 2528 | 304,857 | 770771,58 |
| 30 | 6,635 | 4214 | 341,139 | 1437507,14 |
| 31 | 6,316 | 4012 | 380,335 | 1525741,90 |
| 32 | 7,643 | 4854 | 422,572 | 2051308,42 |
| 33 | 7,325 | 4652 | 467,980 | 2177080,47 |
| 34 | 7,378 | 4686 | 516,691 | 2421105,58 |
| 35 | 7,856 | 4989 | 568,837 | 2838033,51 |
| 36 | 7,113 | 4517 | 624,551 | 2821246,75 |
| 37 | 7,272 | 4618 | 683,970 | 3158823,60 |
| 38 | 7,962 | 5057 | 747,227 | 3778435,20 |
| 39 | 6,210 | 3944 | 814,462 | 3212362,63 |
| 40 | 5,467 | 3472 | 885,811 | 3075718,03 |
| 41 | 4,512 | 2865 | 961,416 | 2754851,59 |
| 42 | 3,079 | 1955 | 1041,415 | 2036198,31 |
| 43 | 2,813 | 1787 | 1125,952 | 2011703,16 |
| 44 | 1,911 | 1214 | 1215,169 | 1474711,92 |
| 45 | 1,645 | 1045 | 1309,209 | 1368165,98 |
| 46 | 0,690 | 438 | 1408,218 | 617136,61 |
| 47 | 0,743 | 472 | 1512,341 | 713749,68 |
| 48 | 0,425 | 270 | 1621,726 | 437356,47 |
| 49 | 0,159 | 101 | 1736,520 | 175618,05 |
| 50 | 0,053 | 34 | 1856,872 | 62596,51 |
| 51 | 0,000 | 0 | 1982,933 | 0,00 |
| 52 | 0,000 | 0 | 2114,852 | 0,00 |
| 53 | 0,053 | 34 | 2252,782 | 75942,89 |
| total | 100 | 63511 | | 41471849,74 |

Tabla 6.- Datos utilizados en la obtención de la biomasa en la RBSK, muestra la clase de talla en longitud furcal (LF,cm), el porcentaje de individuos que le corresponde en la muestra (%), el número de individuos estimados (N), El peso (W) y la Biomasa calculada para cada clase de talla.

La biomasa obtenida en Boca Paila fue de aproximadamente 11 toneladas, en tanto que en la Bahía de la Ascensión fue de 28 toneladas, en el total de la parte norte de la RBSK fue de 41 toneladas, para la población mayor a 27 cm. La biomasa se distribuye de forma diferente en la zona de estudio sin embargo tanto en la Boca Paila como en la Bahía el índice de biomasa no corresponde con la abundancia en número de individuos; se encuentra mayor índice de biomasa en la Bahía de la Ascensión por que los peces adultos de mayor tamaño se concentran en esta zona ya que presenta un ambiente netamente marino en tanto que los peces juveniles se concentran en la laguna de Boca Paila y el sistema de canales ya que encuentran mayor protección por tratarse de una laguna costera con abundantes formaciones de mangle, pero los peces de menor tamaño son más abundantes solo que estos no son utilizados en el estimado de tamaño poblacional, además de que el peso es menor en tallas menores y por consiguiente la biomasa estimada.

En la actualidad el macabí es una especie protegida por diferentes normas de manejo dentro de la RBSK, pero en caso que hubiera que implementar un manejo mas estricto de protección de la especie lo más conveniente seria tomar en cuenta a la Laguna de Boca Paila y el sistema de canales, no solo por que es aquí donde se encuentran los especímenes de *Albula vulpes* de menor tamaño por tanto mas vulnerables, sino además por que se trata de una posible área de crianza que garantizaría la sustentabilidad de las actividades relacionadas con la especie.

8. CONCLUSIONES

En la zona de estudio se ubicaron 24 zonas con presencia de *Albula vulpes*. Se observó que la especie por las mañanas se concentra en lugares específicos como pequeñas lagunas con aguas someras que no superan los 70 cm con fondos lodosos a arenosos entremezclados con pastos marinos, hacia el medio día cuando sube la temperatura del agua se mueven hacia sitios de mayor profundidad.

La mayor abundancia se presentó en lugares cubiertos o cercanos a formaciones de *Rhizophora mangle* que forman canales y lagunas de poca amplitud (aprox. 300 mts).

Se encontró una diferencia significativa entre las tallas medias de los peces que habitan la Laguna de Boca Paila (30.58 cm de longitud furcal) y los que habitan la Bahía de la Ascensión (38.19 cm). La mayor parte de los peces juveniles permanecen en la laguna Boca Paila y el sistema de canales y cuando alcanzan un tamaño mayor a 35 cm permanecen en zonas de mayor influencia marina como en la Bahía de la Ascensión.

Se estimó un tamaño poblacional de 20325 individuos de *Albula vulpes* para Boca Paila, de 39418 para la Bahía de la Ascensión y de 63511 \pm para el total de la zona norte de la RBSK.

La ecuación obtenida que describe la relación Peso- Longitud Furcal de la especie es:

$$P = 0.0043 L^{3.3169}$$

La Biomasa obtenida en Boca Paila fue de 11 toneladas, 28 toneladas en la Bahía de la Ascensión y de 41 toneladas para el total de la zona norte de la RBSK. Se considera que la Bahía posee una mayor biomasa pero una menor abundancia que Boca Paila por que los peces de tallas mayores se encuentran ahí debido a su influencia marina, pero los peces menores a 30 LF, cm son más numerosos y se concentran preferentemente en Boca Paila.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda que en estudios posteriores se registren datos de marea, fecha y hora al momento de captura, así como datos de temperatura, salinidad, tipo de fondo, profundidad, turbidez y características fisiográficas para detectar los principales factores asociados a la distribución, abundancia y la talla del macabí (*Albula vulpes*) en la zona de estudio.

Se recomienda dar un tiempo mayor a un mes entre el periodo de captura y recaptura, para que la mezcla de peces marcados y no marcados sea más homogénea.

Es conveniente realizar estudios de migración para conocer hacia donde se mueven los individuos de la especie y su relación con la estación del año, así mismo llevar a cabo estudios de patrones de movimiento a corto plazo asociados a la temperatura del agua para afinar las observaciones de distribución y abundancia.

Es conveniente utilizar un modelo de marcaje y recaptura múltiple, para conocer si existen poblaciones residentes o reincidentes en las localidades.

En caso de implementarse un nuevo manejo del recurso se recomienda dar prioridad a la Laguna de Boca Paila y al sistema de canales por ser un sitio de juveniles.

Es conveniente en estudios posteriores utilizar un modelo de captura múltiple, que pueden darnos estimaciones de tamaño poblacional más precisas, además de aportar datos sobre reclutamiento y sobrevivencia e indicar si existen poblaciones residentes o reincidentes en las localidades.

Anónimo. 1996. Normas de uso y zonificación de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Instituto Nacional de Ecología. 17pp.

Baeza, J.A. y M. Basurto. (en prensa). Efecto de dos tipos de marcas externas en la sobrevivencia del Macabí *Albula vulpes* (Linnaeus), en la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, México. Revista de Investigaciones Marinas 20 (3-1): 4-7.

Basurto, M. y J. Villanueva. 1996. Los peces comerciales de Sian-Ka'an. Cuadernos de Sian Ka'an N° 7: 49.

Collins M.R., T.I.J. Smith y L.D. Heyward. 1994 Effectiveness of six methods of marking juvenile shortnose. The Progressive Fish-Culturist, 56: 250-254.

Colton, D.E. y W.S. Alevizon. 1983_a. Movement patterns of bonefish, *Albula vulpes*, in Bahamian waters. Fishery Bulletin 81 (1): 148-154.

Colton, D.E. and W.S. Alevizon. 1983_b. Feeding ecology of bonefish in Bahamian Waters. American Fisheries Society. 112: 178-184.

Crabtree, R.E., C.W. Harden, D. Snodgrass y C. Steves. 1996. Age, Growth, and mortality of bonefish, *Albula vulpes*, from the waters of the Florida Keys. Fishery Bulletin 94 (3):442-451.

Crabtree, R.E., D. Snodgrass y C.W. Harden. 1997. Maturation and reproductive seasonality in bonefish, *Albula vulpes*, from the waters of the Florida Keys. Fishery Bulletin 95:456-465.

Crabtree R.E., Stevens C., D. Snodgrass y F.J. Stengard. 1998. Feeding habits of bonefish, *Albula vulpes*, from the waters of the Florida Keys Fishery Bulletin 96 :754-766.

Ehrhardt N. 1981. Métodos de análisis de las estadísticas de captura y esfuerzo de pesca y su aplicación en modelos globales de pesquerías. Curso de evaluación de recursos y dinámica de poblaciones. FAO. México, 37pp.

Espejel J.J. 1983. Biología acuática: Descripción general de los recursos bióticos y económicos. Estudios preliminares de una zona en Quintana Roo Propuesta como Reserva de la Biosfera; CIQRO-SEDUE. P: 193-215.

Fischer, W. 1978. FAO species identification sheets for fishery purposes. FAO, Fisheries Department; Vol 1.

Gómez L. y A. Luque. 1998. Métodos estadísticos para investigadores I y II. (Apuntes) Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, IPN. 75pp.

Gulland J.A. 1971. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 164pp.

- Gutiérrez, D., García, C., Pérez, M.L., Padilla, C., Pizaña, J. y Macías, R. 1993. Caracterización de los Arrecifes Coralinos de la Reserva de la Biosfera Sian-Ka'an, Q, Roo. Sian-Ka'an Serie Documentos, N° 1: 1-47.
- Hainebach M. y M. Basurto (En prensa). Descripción de la Pesca Deportiva en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Sian Ka'an Serie Documentos, N° 6.
- Krebs C. J. 1989. Ecological methodology. University of Brithis Columbia, Harper & Row, Publishers. 156pp.
- Krebs C.J. 1985. Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. Harper & Row Publisher. 753 pp.
- Lesser H.H. 1991 La pesca deportivo recreativa en Quintana Roo. Amigos de Sian Ka'an, Boletín N° 8: 15-17.
- Lopez-Ornat, A. 1983. Localización y Medio Físico. Estudios preliminares de una zona en Quintana Roo Propuesta como Reserva de la Biosfera. CIQRO-SEDUE; p:23-49.
- Mazzanti, A. 1974. La pesca deportiva en el mar. De Vecchi, Barcelona; p: 23-25.
- McAllister K.W., P.E. McAllister, R.C. Simon y J.K. Werner. 1992. Performance of Nine External Tags on Hatchery- Reared Rainbow Trout. American Fishery Society 121: 192-198.
- Mojica, R., J.M. Shenker, C.W. Harden y D.E. Wagner. 1995. Recruiement of bonefish, *Albula vulpes*, around Lee Stocking Island, Bahamas. Fishery Bulletin 93: 666-674.
- Nichols, D.J. 1992. Capture-Recapture Models. BioScience; Vol. 42, N° 2: 94-102.
- Olmsted, I.C. A, López-Ornat y R. Duran García. 1983. Vegetación de Sian-Ka'an Reporte Preliminar. Estudios preliminares de una zona en Quintana Roo propuesta como Reserva de la Biosfera; CIQRO-SEDUE. p:67-84.
- Ravinovich J.E. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. C.E.C.S.A., 313pp.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada. 191. 382pp.
- Seber, G. A. F. 1982. The estimation of animal abundance. Charles Griffin & Company LTD. 654pp.
- Schaeffer L. R., W. Mendenhall y L. Ott. 1987. Elementos de muestreo. Grupo Editorial Iberoamérica; 321pp.
- Seijo J.C., Defeo O. y Salas S. 1997. Bioeconomía pesquera. FAO Documento Técnico de Pesca, N° 368 176pp.
- Sparre, P. y S.C.Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca, N° 306.1, Rev.1. Editorial Universitaria, Chile, 420pp.

Suárez, E., I.A. Castellanos, R.M. Hernández y R.A. Gasca. 1994. Distribución y abundancia de los copépodos (crustácea) de la Bahía de la Ascensión, Reserva de Sian-Ka'an, México. Sian-Ka'an Serie Documentos N° 2: 1-10.

Szedlmayer, T.S y C.J. Jeffrey. 1995. An evaluation of six marking methods for age-0 red drum, *Sciaenops ocellatus*. Fishery Bulletin. 93: 191-195.

Taylor, R.G., J.A. Whittington, D.E. Haymans y K.S. Howard. 1993. Estimates of population abundance of Common Snook from the east and west coast of Florida. Florida Marine Research Institute. Proyect F-59, Study III, Section II.

Thompson, B.A. y L.A. Deegan. 1982. Distribution of ladyfish (*Elops saurus*) and bonefish (*Albula vulpes*) leptocephali in louisiana. Bulletin of Marine Science, 32 (4): 936-939.

Ulltang, O. 1977. Determinación de la abundancia de las poblaciones por métodos que no se basan en los datos sobre captura comercial y esfuerzo de pesca. FAO, Documento Técnico de pesca; N° 176: 25p.

Vidal, L. y M. Basurto. (1994). Preliminary Trophic model of Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. (Documento interno). Centro Regional de Investigación Pesquera, (CRIP) Puerto Morelos y The University of British Columbia;

Yáñez, A. A. y P. G.Sanchez. 1988. Ecología de los recursos demersales marinos. A.G.T. Editor, 228pp.

Zárate, B.E. 1996. La pesquería de tiburones en la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México (1993-1994), y su importancia como posible área de expulsión y crianza. Tesis presentada para obtener el grado de Maestría en Ciencias, Fac. Ciencias, UNAM; 5-7pp.

11.2 BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA

Internet. 1999. [htt://www.fishquest.com](http://www.fishquest.com)

LA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA