

Informe final* del Proyecto M123
Caracterización y evaluación de la pesquería de escribano en la región norte de Quintana Roo

Responsable: M en C. Mario Lara Pérez Soto
Institución: Amigos de Sian Ka'an AC
Dirección: Fuego #2 por Sayil, Mz 10 Sm 4, Cancún, Qroo, 77511 , México
Correo electrónico: N/D
Teléfono/Fax: N/D
Fecha de inicio: Septiembre 30, 1997
Fecha de término: Noviembre 30, 1999
Principales resultados: Informe final, Hoja de cálculo
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Lara Pérez Soto, M., 2000. Caracterización y evaluación de la pesquería de escribano en la región norte de Quintana Roo. Amigos de Sian Ka'an AC. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. M123.** México D. F.
Forma de citar hoja de cálculo Lara Pérez Soto, M., 2000. Caracterización y evaluación de la pesquería de escribano en la región norte de Quintana Roo. Amigos de Sian Ka'an AC. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. M123.** México D. F.

Resumen:

Proyecto financiado parcialmente con recursos de la Fundación MacArthur El presente proyecto pretende evaluar el potencial de uso sustentable que tienen las poblaciones de escribano en la región Norte de Quintana Roo. Los escribanos son peces migratorios que se distribuyen desde el Golfo de México hasta Brasil. Estos peces son de gran importancia para el estado, ya que son utilizados como carnada en la pesca deportiva de "picudas", particularmente en las marinas de Isla Mujeres, Cancún y Cozumel. La colecta se ha realizado tradicionalmente en las zonas pesqueras del estado, incluyendo el límite marino de la REBIC. A pesar de la importancia económica local de este recurso, no fue contemplado al momento de elaborarse el Programa de Manejo de Reserva, en buena parte por desconocimiento del tema. Existen ejemplos de otras pesquerías en el estado, como la del caracol rosado, tiburón o coral negro, que se han vuelto invariables por el mal manejo de recursos. Por estas razones, este proyecto propone el estudio poblacional de las especies que componen la captura. Se pretende determinar las áreas de captura y las condiciones demográficas de las poblaciones de escribano, y sensibilizar a los involucrados en la idea de hacer un uso razonable del recurso para que este sea perdurable. El estudio contempla el registro de datos propios de la pesquería como captura por lance, esfuerzo de pesca, ubicación de las áreas de colecta y tipo de fauna acompañante. Además se tomará datos sobre sexo, largo, peso y total, peso de la gónada y estado de maduración, conteo de folículos y su estado de desarrollo, y número de bandas de crecimiento en las escamas. La información obtenida servirá para valorar si la captura de escribano en la costa norte del estado es una actividad sustentable. También se podrá aproximar el número de usuarios para los que sería rentable la explotación del recurso. Se elaborará sugerencias de manejo que complete aspectos como la designación de cuotas, el tamaño mínimo de los ejemplares de colecta y su regulación de venta en el mercado. Se harán recomendaciones de acciones tendientes a la conservación del recurso y de la comunidad donde se desarrolla. La duración del estudio es de 18 meses. Se cuenta con la colaboración de pescadores interesados en la captura de escribano.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

INDICE

1. INTRODUCCION..... 4

2.JUSTIFICACION 4

3. OBJETIVOS 5

4. AREA DE ESTUDIO..... 6

5. METODOS..... 4

5.1. DATOS BIOLÓGICOS

- 5.1.1.-COLECTA DE ORGANISMOS**
- 5.1.2.- ANALISIS BIOMETRICO Y GONADICO**
- 5.1.3. RELACION PESO LONGITUD**
- 5.1.4. PARAMETROS DE CRECIMIENTO**
- 5.1.5. FRECUENCIAS DE TALLAS**
- 5.1.6. MORTALIDAD**
- 5.1.7. PROBABILIDADES DE CAPTURA**
- 5.1.8. ANALISIS DE POBLACION VIRTUAL**
- 5.1.9. ANALISIS DEMOGRAFICO.**
 - 5.1.9.1. PARAMETROS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL**
 - 5.1.9.2. MODELOS DE PROYECCION POBLACIONAL**
- 5.1.10. ESFUERZO PESQUERO Y CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO**

6. RESULTADOS 8

- 6.1.1.-COLECTA DE ORGANISMOS**
- 6.1.2.- ANALISIS BIOMETRICO Y GONADICO**
- 6.1.3. RELACION PESO LONGITUD**
- 6.1.4. PARAMETROS DE CRECIMIENTO**
- 6.1.5. FRECUENCIAS DE TALLAS**
- 6.1.6. MORTALIDAD**
- 6.1.7. PROBABILIDADES DE CAPTURA**
- 6.1.8. ANALISIS DE POBLACION VIRTUAL**
- 6.1.9. ANALISIS DEMOGRAFICO.**

7. CONCLUSIONES 9

7. BIBLIOGRAFIA..... 9

RESUMEN

Este último informe contiene los resultados finales del proyecto CONABIO M123 “**Caracterización y Evaluación de la pesquería de escribano en la región norte de Quintana Roo.**”

El estudio cubrió los aspectos Biológico-pesquero y Demográficos que componen la Pesquería de Escribano (*Hemiramphus spp*), para cada uno de los objetivos que se cubrieron se utilizaron diferente metodologías de análisis de resultados.

La información analizada comprende los doce meses de 1997 y de enero a septiembre de 1998.

Las especies de escribano que inciden en la pesquería fueron determinadas mediante las claves de Fisher (1978) y la guía de Humman (1994), así como la ictiofauna que incide como Fauna de Acompañamiento (FAC) del Escribano.

Con lo que respecta al análisis Pesquero, se presentan las frecuencias de tallas por unidad de tiempo y espacio, se aplicó el método de Bhattacharya, se estimaron los parámetros de crecimiento con el modelo de Von Bertalanffy con las modificaciones propuestas por Gayanilo (1996). Se estimó la mortalidad total (Z), mortalidad natural (N) y mortalidad por pesca (F) mediante los modelos de Pauly (1980 y 1984), además se determinaron las probabilidades de captura y las curvas de selección mediante la metodología de Pauly (1984).

Se aplicó el Análisis de Población Virtual (VPA) mediante el cual obtenemos una aproximación de la composición total de la población a partir del análisis de las frecuencias de tallas (Jones y Van Zalinge 1981, Pauly 1984).

La relación Peso-longitud se estableció a partir de un análisis de regresión lineal.

El esfuerzo pesquero se calculó a partir de las variables que pueden modificar el volumen que se captura, tomando en cuenta lo propuesto por Rotschild (1977).

Se realizaron disecciones para analizar los contenidos estomacales, se determinaron tres hábitos alimenticios de acuerdo a la coloración del contenido estomacal, hervíboros, (algas y pastos marinos), zooplanctónicos (cladoceros, anfípodos, copépodos, decápodos, sinóforos, larvas de peces, moluscos y poliquetos) y omnívoros (plancton y algas), mediante el análisis de gónadas se reconocieron tres estadios de madurez gonadica tomando en cuenta la coloración, el peso y tamaño de la gónada así como el número de oocitos, se calculó la proporción de la gónada en relación al peso del cuerpo del organismo.

1. INTRODUCCION

Los escribanos, son peces migratorios que taxonómicamente se incluyen dentro de la Familia *Exocoetidae*. En regiones fuera de Yucatán y Quintana Roo se les conoce con otros nombres: en Veracruz, como “pajaritos” y en Tabasco, como “agujas”. En la zona del Golfo de México y Mar Caribe se reporta la distribución de cuatro especies de escribanos: el de cola azul (*Hemiramphus balao*), el de cola amarilla (*Hemiramphus brasiliensis*), el de cola transparente (*Hyporhamphus unifasciatus*) y el escribano sin pico (*Chriodorus atherinoides*), de ellas, solo las dos primeras tienen valor comercial al emplearse como carnada en la pesca deportiva.

La información del escribano, a nivel mundial está referida a especies emparentadas con *H. brasiliensis* y *H. balao* así, en los mares de la India, Talwar(1962) estudió las relaciones alimenticias de cuatro especies de halfbeaks (nombre común de los escribanos en la literatura inglesa) : *Hyporhamphus georgii*, *H. quoyi*, *H. marginatus* y *H. far*, posteriormente, en 1967, el mismo investigador describe la biología de *Rhyncorhamphus malabaricus* y *Hyporhamphus. marginatus*. Por otra parte, en Australia, Thompson (1959) reporta hábitos alimenticios de dos escribanos (*Hyporhamphus. ardelio* y *H. australis*) en el Lago Mac Quai, New South Wales, en la misma zona, Ling (1958) estudió, la biología de *Reporhamphus melanochir*. En Japón, Hattori y Seki (1959), estudiaron la edad y el crecimiento de *Hemirhamphus sajori*. En las aguas de Florida, Berkeley y Edward D. Honde (1978) estudiaron la biología e historia de vida de *Hemiramphus brasiliensis*. En México, a nivel local, regional y nacional, los antecedentes que existen sobre *Hemiramphus brasiliensis* y *H. balao*, son escasos y están limitados a observaciones y datos cualitativos aportados por personas que se dedican a la captura de escribanos.

En Quintana Roo, los reportes se restringen al área de Isla Contoy (Caamal Llan, *et al.* 1996, 1997 y Mariano Alcántara, *et al.* 1998).

2. JUSTIFICACION

La pesca de escribano, en la zona pesquera del Estado de Quintana Roo, se ha venido realizando tradicionalmente desde hace aproximadamente 35 años, es una actividad de gran importancia regional, debido a que con su captura se generan empleos y una gran derrama económica al ser éstos peces muy demandados como carnada en los torneos de pesca deportiva de marlín azul, marlín blanco, pez espada, pez vela y dorados, entre otros, que organizan, principalmente, las marinas de Cancún, Isla Mujeres, Puerto Aventuras y Cozumel.

La zona marítima del Parque Nacional Isla Contoy (PNIC), resulta ser una de las zonas más importantes en cuanto a su abundancia se refiere, y ofrece a los pescadores una pesca segura día a día, y un ahorro considerable tanto en tiempo como en esfuerzo.

Isla Contoy, en su carácter de **Area Natural Protegida** con categoría de Parque Nacional tiene entre sus objetivos el de promover la investigación, particularmente en el área de manejo de sus recursos naturales, y el ofrecer opciones para el aprovechamiento

múltiple, integral y sostenible de los recursos naturales por medio de la pesca responsable, con la participación de la población de la región. Debido a la importancia económica local del recurso escribano, éste ya fue contemplado dentro del Programa de Manejo del PNIC (Cap. IV, art. 44), sin perder de vista los objetivos de protección y conservación de los recursos naturales.

La dirección del PNIC, en conjunto con los pescadores de escribano, la Secretaría de Pesca y las autoridades del municipio de Isla Mujeres ha mantenido reuniones y jornadas de trabajo, con la finalidad de obtener los datos necesarios para establecer y modificar los criterios que rigen el reglamento de la pesquería de escribano dentro del Parque, sin embargo estas modificaciones han sido subjetivas. En realidad aún no se sabe qué efecto tienen las decisiones de manejo entorno a esta pesquería y cómo afectan a otras poblaciones de peces y aves. La carencia de datos biológicos sobre las poblaciones de escribano en la costa norte del estado de Quintana Roo, ha obligado a utilizar criterios totalmente arbitrarios para la asignación de cuotas de captura y para el establecimiento de las condiciones de colecta a los permisionarios del recurso.

Existen ejemplos de otras pesquerías en el Estado, como la del caracol rosado, del tiburón y del coral negro, que se han vuelto poco viables por un mal manejo del recurso. El desconocimiento de los datos demográficos y de distribución de las poblaciones de estos recursos, sinérgicamente con el incremento poblacional humano en la región y por lo tanto un crecimiento notable en el sector pesquero, que demanda cada vez más apoyo y alternativas para sus actividades, han terminado con el colapso de estas pesquerías.

El recurso escribano como alternativa, aparentemente sin alteración de sus poblaciones, esta a tiempo de un manejo adecuado, para ser realmente un recurso viable de uso sustentable. Debido a su gran importancia socioeconómica, el presente proyecto considera que es necesario conocer la biología y el estado en el que se encuentra la población de escribano, para poder organizar y normar su aprovechamiento, así como también definir sus áreas de captura y establecer las temporadas de pesca. Esta información es la que nos permitirá garantizar la explotación racional y sostenible de este recurso a corto, mediano y largo plazo. Para llegar a esas metas se plantearon los siguientes objetivos.

3. OBJETIVOS

- Determinar qué especies de escribano son utilizadas como carnada para la pesca deportiva
- Describir la pesquería de escribano.
- Distribución de las poblaciones de escribano
- Estimación de los tamaños poblacionales
- Estimación de los parámetros demográficos como edad, crecimiento, fecundidad, maduración y tasas de sobrevivencia

- Criterios y elementos de juicio para determinar las cuotas de captura que puede soportar la población de escribano.
- Evaluación de las artes de pesca, esfuerzo pesquero y su efecto sobre otras poblaciones
- Sugerencias para el manejo sostenible de la pesquería

4. AREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Isla Contoy está localizado en el Estado de Quintana Roo, a 30 km. al Norte de Isla Mujeres y a 32.5 km. de Cabo Catoche (distancia entre faros), y a una distancia de 12.8 km. de la costa Noreste de la Península de Yucatán. Sus coordenadas geográficas son 21° 27' 40" y 21° 32' 10" de latitud Norte y 86° 46' 40" y 86° 47' 50" de longitud Oeste.

Contoy, es una isla pequeña cuya superficie total es de 238.18 ha, de las cuales, 230.18 corresponden a tierra firme y pequeños islotes y las 8 ha restantes la integran las lagunas interiores. Presenta una forma alargada e irregular de Norte a Sur, Su longitud es de 8.75 km. y su anchura varía de 20 m en su extremo Norte a 700 m en su zona Centro (INE-SEMARNAP, Programa de Manejo, 1997).

La captura de los escribanos sólo se autorizó en la costa de sotavento de la isla y, para efectuar la evaluación de esta pesquería, la costa se dividió de norte a sur en tres zonas (sur, centro y norte).

Se tomaron en cuenta, para este estudio otros sitios de colecta en la zona costera noreste del Estado de Quintana Roo, estos lugares fueron elegidos teniendo como criterio la experiencia de los pescadores en cuanto a la distribución del recurso.

Las áreas de muestreo fueron:

- 1) ***Puerto Juárez***
- 2) ***Punta Sam***
- 3) ***Isla Blanca***
- 4) ***Laguna Chacmochuk***
- 5) ***Boca Iglesias***
- 6) ***Cabo Catoche***
- 7) ***Holbox***
- 8) ***Chiquilá***

5. METODOS

Para cumplir con los objetivos planteados se estableció el siguiente proceso metodológico:

5.1. DATOS BIOLÓGICOS

5.1.1.- COLECTA DE ORGANISMOS

Para la captura de los organismos, se emplearon embarcaciones tipo tiburoneras, propiedad de los permisionarios con una longitud de 26 ft de eslora equipadas con motores fuera de borda de 40 a 75 HP. El arte de pesca empleado son redes agalleras de 80 m de longitud, que equivalen a 1 paño; con abertura de luz de malla de 1^{1/4} " y una caída de red de 1.8 metros. Las características de la red fueron autorizadas por la Delegación de Pesca en el Estado.

El registro de datos referentes a la captura total y fauna de acompañamiento FAC se realizó a bordo de las embarcaciones, para lo cual se diseñaron los formatos correspondientes (ver anexo). La periodicidad de los muestreos dependió de la demanda de escribanos en los torneos de pesca deportiva y de las condiciones climáticas

La temporada de captura de escribano dentro del PNIC comprende de febrero a junio, la zona autorizada para la captura es exclusivamente en la costa de sotavento de la Isla.

Para los meses posteriores a la temporada de pesca se realizaron muestreos fuera de los límites del Parque. A partir de Puerto Juárez y hacia el norte, hasta llegar a Isla Holbox. Los muestreos se efectuaron durante el día y los datos que se registraron fueron los siguientes: número de lances, hora inicial y final del lance, ubicación o área de muestreo, tipo de fondo y profundidad, número de organismos capturados, fauna de acompañamiento (especie y cantidad por especie). Asimismo, se anotaban los datos del pescador y la embarcación (nombre y matrícula de la embarcación, responsable de la misma y la hora de inicio y término del muestreo.

5.1.2.- ANALISIS BIOMÉTRICO Y GONADICO

En cada colecta, se eligieron al azar, para el análisis biométrico y gonádico, de 20 a 50 organismos. Los datos evaluados en cada ejemplar fueron los siguientes:

Registro	Descripción
Especie	Identificación del nombre común y científico en base a la morfología y coloración externa del organismo
Longitud Total	Esta medida comprende desde la punta de la mandíbula inferior hasta el final del lóbulo superior de la aleta caudal. Se tomó con una regla de 30 cm, graduada en mm.
Longitud Patrón	Comprende de la mandíbula superior hasta la bifurcación de la aleta caudal.
Peso Total	Se registró con una balanza OHAUS de .5 gr de precisión.
Longitud gonádica	Largo total de la gónada, se registró con una regla de 30 cm., graduada en mm.
Peso gonádico	Se registró con una balanza OHAUS de .05 gr de precisión..
Madurez gonádica	Se tomaron en cuenta sólo 3 fases o estadios de madurez que son fácilmente reconocidos a simple vista o con la ayuda de un microscopio estereoscópico (Ver figura de Estadios de Madurez Gonádica)
Conteo de ovocitos	Se tomó una seccion de 1cm. de la gónada y se contaron todos los ovocitos para luego extrapolar con la longitud gonádica el total de ovocitos

Estadios de Madurez Gonádico

Estadio	Color	Grado de madurez	Observaciones
AC	Amarillo claro	Inmaduro	ovocitos color amarillo claro, visibles a simple vista con capilaridad sanguínea y ocupando cerca de la mitad de la cavidad abdominal.
BO	Blanco opaco	Madurando	ovocitos blanco opaco o blanquecinos, capilaridad sanguínea muy marcada y los ovarios ocupan más de la tercera parte de la cavidad abdominal.
TR	Transparente	Maduro	ovocitos traslúcidos o transparentes, ovarios con capilaridad sanguínea muy marcada y los ovarios ocupan toda la cavidad abdominal, existe expulsión de ovocitos al presionar la región abdominal.

5.1.3 RELACION PESO-LONGITUD

Se estableció la relación peso-longitud mediante un análisis de regresión lineal, partiendo del modelo:

$$W = q * L(i)^b$$

Donde:

W = peso total del organismo

L = longitud del cefálotorax

q = factor de condición

b = tipo de crecimiento

tomando los logaritmos de ambos lados de la relación obtenemos:

$$\ln W(i) = \ln q + b \ln L(i)$$

$$y(i) = a + b * x(i)$$

donde:

$$y(i) = \ln W(i)$$

$$a = \ln q$$

$$b * x(i) = \ln L(i)$$

5.1.4 PARAMETROS DE CRECIMIENTO

Se estimaron los parámetros de crecimiento L_{∞} (longitud infinita o longitud asintótica) y K (parámetro de crecimiento, determina el tiempo que tarda el organismo en alcanzar L_{∞}). Para obtener estos parámetros se empleó el método de estimación de la longitud máxima (L_{max}) que es el primer paso para obtener una aproximación de L_{∞} .

L_{max} se calculó a partir de los valores máximos de longitud total de cada mes utilizando para ello la expresión matemática:

$$L^* = a + 1 / \alpha P$$

Donde:

P = la probabilidad asociada con la ocurrencia de cada valor máximo.

1 / α = valor de dispersión de los datos.

Siendo entonces L_{max} el intercepto de la línea de regresión con los valores de probabilidad asociada a n observaciones.

P es calculado para todos los valores máximos de la muestra a partir de:

$$P = m / (n+1)$$

Donde:

m = es la posición del valor en orden ascendente

n = es el número de valores de L^* .

A partir de los valores obtenidos con el procedimiento anterior, se aplicó el programa ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis), para obtener los parámetros de la ecuación de Von Bertalanffy, utilizando para ello los datos ordenados por frecuencias de longitud total.

El procedimiento consta de cuatro pasos:

En el primero se genera un gráfico que muestra la curva de crecimiento estimada a partir de los datos de entrada (L_{max} y K) calculados.

Posteriormente se genera una matriz de 11 x 11 con los valores de R_n (factor de ajuste) que muestra las mejores combinaciones para los valores de L_{∞} y K .

Se grafican los diversos valores para K contra R_n en escala logarítmica.

Finalmente se grafican los valores obtenidos asociados al valor más alto de R_n , se sobrepone la curva de crecimiento a las frecuencias de datos observadas.

Donde:

$$R_n = 10^{esp/asp} / 10$$

ESP = valor calculado de la suma de los picos

ASP = suma de las picos encontrados

La curva obtenida se ajusta a la expresión:

$$L_t = L_{\infty} (1 - \exp [-K t - t_0]) + S_{ts} - S_{t0}$$

Donde:

$$S_{ts} = (CK/2\pi) \sin (2\pi\{t-t_2\})$$

$$S_{t0} = (CK/2\pi) \sin (2\pi\{t_0-t_2\})$$

5.1.5. FRECUENCIAS DE TALLAS

Se creó la base de datos y mediante el programa FISAT (FAO-ICLARM Stock Tools) se ordenaron los datos mensualmente por frecuencias de longitud total.

Utilizando el método de Bhattacharya (en Sparre 1995) se separaron las distribuciones normales de las frecuencias de longitud total por mes y por zona de

muestreo, obteniéndose la media, la varianza para cada grupo y el número de observaciones que contiene cada distribución normal. El método de Bhattacharya consiste en:

La conversión de la distribución normal en una parábola, partiendo de la expresión matemática de la distribución normal:

$$F_c(x) = n \cdot dL/s \cdot \sqrt{2\pi} \cdot \exp[-(x-x)^2/(2s^2)]$$

Para transformar la expresión anterior en una parábola se toman los logaritmos de ambos lados obteniéndose:

$$\ln F_c(x) = \ln [n \cdot dL/s \cdot \sqrt{2\pi}] \exp[-(x-x)^2/(2s^2)]$$

Considerando $\ln F_c(x)$ como variable dependiente y , y x como variable independiente se obtiene una relación funcional entre x y y .

Se introduce una nueva variable independiente y'' que representa la diferencia determinada entre el logaritmo de la frecuencia de una cierta clase de longitud cefalotorácica (x) y el logaritmo de la correspondiente clase anterior, quedando de la forma:

$$y'' = \Delta \ln F_c (x+dL/2)$$

donde Δ designa la diferencia entre dos valores de la función, se introduce una nueva variable independiente, (z), que equivale a la talla x mas la mitad del intervalo de talla utilizado:

$$z = x + dL/2$$

quedando:

$$y'' = \Delta \ln F_c (x+dL/2) = \Delta \ln F_c (z) =$$

$$[\ln \{n \cdot dL/s \cdot \sqrt{2\pi}\} - (x+dL-x)^2] - [\ln \{n \cdot dL/s \cdot \sqrt{2\pi}\} - (x-x)^2/2s^2 =$$

$$[-(x+dL-x)^2 + (x-x)^2/2s]$$

resolviendo los cuadrados y las sumas:

$$y = [dL \cdot x/s^2 - dL/ s^2] \cdot (x+dL/2)$$

$$y = a + b \cdot z$$

donde:

$$a = dL \cdot x/s^2$$

$$b = - dL/ s^2$$

$$z = x + dL/2.$$

A partir de la pendiente **b**, y del intercepto **a**, se obtiene la varianza:

$$s^2 = - dL/b$$

y la media:

$$X = - a/b$$

y el número de observaciones que contiene cada distribución normal o cada clase de tallas:

$$N = \sum F[L(j)]/ dL/s*\sqrt{2\pi*\Sigma \exp \{ [Lj- X]^2/2s^2\}}$$

5.1.6. MORTALIDAD

Se estimaron los índices de Mortalidad, **M**= mortalidad natural, **Z**= mortalidad total y **F**= mortalidad por pesca.

Para estimar la Mortalidad natural se utilizó el modelo de Pauly (1980,1984), que se deriva de la estimación de la mortalidad natural de 175 especies de peces tropicales.

El modelo utilizado es:

$$\ln (M) = - 0.0152 - 0.279 \ln (L_{\infty}) + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln (T)$$

Donde:

L_∞: Longitud infinita o máxima.

K: Parámetro de crecimiento.

T: Temperatura del agua media anual de la zona de captura.

Partiendo de esta estimación, se transformaron las frecuencias de longitud en probabilidades de captura partiendo del supuesto que el crecimiento corporal del organismo no presenta oscilaciones anuales, es decir, es constante, utilizando el modelo:

$$\ln (N/\Delta t_i) = a + b * t_i.$$

Donde:

N = es el número de organismos en el grupo de talla **i**.

Δt_i = es el tiempo necesario para que el organismo alcance la talla **i**.

t = es la edad (o la edad relativa con **t₀ = 0**) correspondiente a la media de la clase **i**.

b = con signo diferente es **Z**

A partir del valor de:

$$Z = M + F$$

Podemos obtener F y E.

Donde:

$$E = F/Z$$

$$Y$$

$$F = Z - M$$

5.1.7. *PROBABILIDADES DE CAPTURA*

Mediante este método se determinaron las curvas de selección.

Este método trabaja en el supuesto que los organismos de tallas pequeñas no son capturados por el arte de pesca.

Este análisis es complementario de los resultados que se obtienen al convertir longitudes en curvas de captura.

Para estimar **L25**, **L50**, **L75** se aplicó el método de curva logística que supone que la selección de los organismos por el arte de pesca es simétrica (Pauly 1984).

La curva se obtiene de la expresión:

$$\ln [(1/PL) - 1] = S1 - S2 * L$$

Donde:

$$L25 = (\ln(3) - S1) / S2$$

$$L50 = S1 / S2$$

$$L75 = (\ln(3) + S1) / S2$$

5.1.8. *ANÁLISIS DE POBLACION VIRTUAL*

Mediante el análisis de población virtual podemos obtener una aproximación de la composición total de la población a partir de datos de edad o tallas. Para este análisis se utilizaron las frecuencias de tallas (Jones y Van Zalinge 1981), (Pauly 1984).

El proceso metodológico aplicado fue:

1. Se estimó el número terminal de individuos de la población a partir de la expresión:

$$Nt = Ct * (M + Ft) Ft$$

Donde:

Ct = Es la captura terminal (o la captura obtenida de la mayor clase de talla encontrada)

2. Una vez obtenido el valor de Nt, se estiman los valores de F mediante la expresión:

$$C_i = N_i + \Delta t \cdot (F_i/Z_i) \cdot (\exp(Z_i \cdot \Delta t) - 1)$$

Donde:

$$\Delta t_i = (t_{i+1} - t_i)$$

$$t_i = t_0 - (1/k) \cdot \ln(1 - (L_i/L_\infty))$$

3. el tamaño de la población fue calculado a partir de:

$$N_i = N_i + \Delta t \cdot \exp(Z_i)$$

Obteniendo el valor de F para cada grupo de talla, la población reestructurada y el valor promedio en biomasa por cada grupo de talla.

5.1.9. ANALISIS DEMOGRAFICO

El estudio de los cambios en el número de individuos en una población, llamado demografía, es una rama especializada de la ecología de poblaciones (Sarukhán, 1987). Es la clave de la teoría de historias de vida porque permite calcular la flexibilidad de la selección natural en rasgos de historias de vida, para una variedad de condiciones (Stearns, 1992). Existen grandes diferencias entre las especies vistas a través de su demografía. Por ejemplo, para algunas especies de árboles su esperanza de vida puede ser de cientos de años, mientras que para la mayoría de las bacterias es de horas o minutos (Solbrig y Solbrig, 1979; Soberón, 1987).

Un organismo nace y muere; si vive lo suficiente se reproduce. Cada individuo presenta una esperanza de vida y un número de descendientes, que no puede ser predicho con exactitud. Sin embargo, una población de organismos tiene propiedades estadísticas dadas por las proporciones de individuos con características similares. Estas pueden ser analizadas teóricamente en términos matemáticos (Solbrig y Solbrig, 1979). Los mejores estudios son los que proporcionan datos sobre el número de individuos y los procesos que afectan a estos números (Begon *et al*, 1990).

A pesar de variaciones sustanciales en formas y estados de desarrollo, existen ciertos procesos poblacionales básicos que son comunes a todas las formas de vida. Esto se expresa como:

$$N_{t+1} = N_t + B - D + I - E$$

Esta expresión significa que, en el futuro, el tamaño de una población (N_{t+1}) será igual al número de individuos que hay actualmente (N_t) más los nacimientos que ocurren en un tiempo dado (B), menos las muertes (D), más las inmigraciones (I), menos las emigraciones (E). Esto define uno de los principales objetivos de la ecología: describir, explicar y entender la distribución y abundancia de los organismos (Begon y Mortimer, 1981; Soberón, 1987).

Una población se puede definir como un conjunto de organismos del mismo tipo y es usual que el término se utilice para describir a un grupo de individuos de una especie bajo estudio. Sin embargo, lo que constituye una población varía de especie a especie y de

estudio a estudio. En algunos casos los límites de la población son claros y en otros dependen del propósito de la investigación. Todavía en otros, los individuos se distribuyen continuamente sobre una gran área, y se deben definir los límites de la población arbitrariamente (Begon *et al*, 1990).

Los patrones de natalidad, mortalidad y crecimiento son un reflejo del ciclo de vida de los organismos, de los cuales existen dos tipos principales: a) los semélparos que son aquellos que sólo se reproducen una vez en su vida y b) los iteróparos que tienen varios eventos reproductivos durante una temporada o en todo el año (Begon *et al*, 1990). La respuesta de estas tasas al medio determinan la dinámica de la población en tiempo ecológico y la evolución de las historias de vida en tiempo evolutivo (Caswell, 1989; Stearns, 1992).

El medio comúnmente usado para examinar estos patrones es conocido como tabla de vida, la cual resume la información de las causas del cambio numérico (Soberón, 1987). Permite construir una curva de sobrevivencia, que puede ser imaginada como una gráfica de la probabilidad de sobrevivir a diferentes edades. Los descendientes producidos por individuos de diferentes edades son agrupados en lo que se conoce como cédulas de fecundidad (Begon *et al*, 1990).

Los estudios sobre dinámica poblacional enfrentan con frecuencia la dificultad de determinar la edad de los individuos. Este problema se supera, algunas veces, trabajando en términos de estructura de fases o estados, más que con estructura de edades. El ciclo de vida de los individuos de una población puede consistir en una serie de estados reconocibles que se suceden uno después de otro hasta la muerte. Entonces, es posible modelar la dinámica de tales poblaciones en términos de la distribución en duración de fases y tasas de supervivencia temporales (Manly, 1990).

Las tablas de vida representan probabilidades de nacimientos y muertes. De un número de sobrevivientes (S_x) y de muertes (D_x) en cada clase X , se puede calcular tasas específicas de mortalidad (q_x) y sobrevivencia (p_x) por edades o estados, y la probabilidad de sobrevivir desde el nacimiento a una clase X (l_x).

Las cédulas de fecundidad están formadas por F_x que es el número total de huevos puestos en cada estado y por m_x que es la fecundidad individual o la tasa de natalidad (promedio de huevos producidos por individuo sobreviviente). Proporcionan información útil si son de temporadas de reproducción sucesivas. En la mayoría de las especies iteróparas se observa variación en la fecundidad individual entre temporadas de apareamiento. Sin considerar estas variaciones, las especies iteróparas muestran una edad o estado relacionado con el patrón de fecundidad (Begon *et al*, 1990).

La estructura de edades es la base para las tablas de vida. Los datos de un año pueden ser usados como base de la tabla pero se debe asumir que no habrá variación año con año en el número total de nacimientos o en la tasa de sobrevivencia a una edad específica. Con estas suposiciones se construyen las columnas l_x (sobrevivencia), d_x (mortalidad) y q_x (tasa de mortalidad). Es claro, sin embargo, que los supuestos son falsos (Begon *et al*, 1990).

Las tablas de vida y las cédulas de fecundidad muestran en diferentes años distintos patrones. Por esta razón se considera que una visión real del cambio numérico en una especie sólo puede surgir de datos de algunos o muchos años.

5.1.9.1. PARÁMETROS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Un término importante que puede ser estimado de una tabla de vida es la **tasa reproductiva neta R_0** . Es el promedio de descendientes producidos por individuo a lo largo de toda su vida y, en consecuencia, indica en las especies anuales, el total por el cual la población se incrementa ó decrementa en el tiempo.

En especies con generaciones discretas, R_0 describe dos parámetros poblacionales separados: el número de descendientes producidos en promedio por un individuo durante su vida, y también un factor multiplicativo que convierte el tamaño poblacional inicial en el actual. Con la sobreposición de generaciones, cuando es posible una tabla de vida de cohorte, la R_0 puede ser calculada usando la misma fórmula, pero en este caso se refiere solamente al promedio del número de descendientes producidos por un individuo (Begon *et al*, 1990).

Una relación general que considera el tamaño poblacional, la tasa de incremento y el tiempo, sin limitar la medida de tiempo a generaciones es:

$N_1 = N_0 R$, donde R es conocido como la "tasa neta de incremento *per capita*". La población se incrementará cuando $R > 1$, y decrecerá cuando $R < 1$.

R combina el nacimiento de nuevos individuos con la sobrevivencia de los ya existentes. Las ecuaciones generales basadas en R para incremento poblacional en el tiempo son:

$$N_{t+1} = N_t R \text{ y } N_t = N_0 R^t.$$

Estas ecuaciones relacionan el tamaño poblacional, la tasa de incremento y el tiempo. Ligan a R_0 con la longevidad generacional (definida como el último intervalo de tiempo T).

$$\text{Así, } N_T = N_0 R^T$$

y considerando la segunda ecuación:

$$N_T = N_0 R^T$$

por tal razón:

$$R_0 = R^T$$

y aplicando logaritmos naturales:

$$\ln R_0 = T \ln R.$$

El término $\ln R$ se denota usualmente como r , llamado **tasa intrínseca de incremento natural**. Esta es la tasa a la cual la población incrementa su tamaño (cambio en el tamaño de la población por individuo por unidad de tiempo).

$$r = \ln R_0 / T$$

En poblaciones con generaciones sobrepuestas o reproducción continua, r es la tasa intrínseca de crecimiento que la población es capaz de alcanzar. Esto ocurre sólo si las cédulas de sobrevivencia y fecundidad permanecen estables un largo período de tiempo. Si lo hacen, r será gradualmente aproximada y mantenida. En el mismo período de tiempo la población tenderá a una estructura estable de edades. Si se altera, la tasa de crecimiento cambiará continuamente y será imposible caracterizarla por un simple valor.

Esto puede parecer una limitante muy seria para la utilidad de calcular r de una tabla de vida, porque las cédulas rara vez permanecen estables por períodos largos de tiempo. Sin embargo, puede ser usada para caracterizar a la población en términos de su potencial de incremento, especialmente cuando el objetivo es hacer una comparación (Begon *et al*, 1990).

Una ecuación exacta, pero imprecisa biológicamente para el cálculo de r es: $e^{-rx} l_x m_x = 1$ (Lotka, 1907). Una aproximada pero con más sentido biológico se basa en el T_c o tiempo de generación de la cohorte y es:

$$r \approx \ln R_0 / T_c \dots\dots \text{Ecuación de Euler}$$

Esta ecuación hace explícita la dependencia de r en la capacidad reproductiva de los organismos (R_0) y la longevidad de una generación (T). La ecuación es una buena aproximación cuando $R_0 \approx 1$ (el tamaño poblacional tiende a ser constante), o cuando hay pequeñas variaciones en la longevidad de las generaciones, o una combinación de las dos cosas (May, 1976).

Otro parámetro que se puede estimar a partir de una tabla de vida es el valor reproductivo. Fisher (1930) introdujo esta medida que engloba muchas características de historias de vida, y también la manera en que éstas son relevantes para la forma en que la evolución ocurre (Begon *et al*, 1990). Un valor reproductivo es la suma del aporte reproductivo actual y el residual; donde el valor reproductivo residual combina la sobrevivencia futura y la fecundidad esperada en el futuro. Esto se logra a través de contabilizar la contribución individual a las futuras generaciones. El valor reproductivo de un estado o edad x es calculado específicamente como:

$$V_x = \sum_{t=x}^{t=\infty} m_t S_{x-t} N_{T(x)} / N_{T(t)}$$

donde m_t es la tasa de natalidad de un individuo en clase de estado o edad t ; S_{x-t} es la probabilidad de que un individuo pueda sobrevivir del estado x al t y, por tanto, será igual a l_t/l_x ; $N_{T(t)}$ es el tamaño de la población cuando el individuo está en una clase t (Begon *et al*, 1990).

La información necesaria para trabajar con la estructura poblacional se refiere a estimaciones sobre el número de individuos, en diferentes fases o estados de desarrollo, en distintos tiempos. Estos datos pueden ser agrupados como frecuencias de cada estado por unidad de tiempo. Si las fracciones de muestra son constantes a través del tiempo, pueden reflejar cambios en las frecuencias de las poblaciones (aparte de los errores de muestreo) (Manly, 1990).

5.1.9.2. MODELOS DE PROYECCIÓN POBLACIONAL

• Base de la Dinámica Poblacional

La mayoría de las ecuaciones que describen el crecimiento de una población consideran al tiempo como una variable discreta o continua (Ferson y Akcakaya, 1990). Si se considera discreta, esto implicará que los cambios en el tamaño poblacional a un

tiempo particular se expresen como función de la talla poblacional en el período de tiempo anterior, esto es:

$$\Delta N = N(t+1) - N(t) = f(N(t))$$

Esto quiere decir que cambios en el tamaño poblacional de t a $t+1$ dependen del tamaño poblacional al tiempo t .

El tamaño de las poblaciones se incrementa mediante los nacimientos y las inmigraciones y decrece a través de las muertes y las emigraciones. Cuando se estudia la dinámica de una población se busca describir cambios en el tamaño poblacional a través del tiempo (Soberón, 1987).

• **Crecimiento exponencial**

Si se supone que los individuos en una población son todos iguales, que producen algún número de descendientes por individuo y que mueren en alguna proporción por cada unidad de tiempo se tiene que:

$$N(t) = r(t) N(t)$$

donde $r(t)$ representa el cambio *per capita* en abundancia para cada unidad de tiempo. Suponiendo que el ambiente es constante y que todas las $r(t)$ son iguales, el tamaño poblacional para algún tiempo t es:

$$N(t) = N(0) (1+r)^t$$

cuando $r > 0$ la abundancia de la población se incrementa y cuando $r < 0$ decrementa. Esta ecuación es una serie geométrica que describe un crecimiento exponencial (porque t es un exponente) (Ferson y Akcakaya, 1990).

• **Denso dependencia**

Es obvio que un incremento exponencial rápidamente produce más organismos que los que un medio finito soportaría. El efecto de los recursos limitantes en el crecimiento poblacional debe resultar eventualmente en alguna clase de retroalimentación que limita el crecimiento de la población. Una forma de mejorar un modelo de crecimiento poblacional es hacer que refleje tal limitación, incluyendo un factor de denso dependencia como la competencia intra-específica (Begon y Mortimer, 1981).

Hay diferentes funciones que han sido tradicionalmente utilizadas para representar denso dependencia en los modelos de dinámica poblacional. La más conocida es:

$$dN/dt = rN ((K-N)/K).....Ecuación logística$$

donde K es la capacidad de carga del sistema. Supone que (1) la población tiene una distribución estable de edades; (2) la tasa de incremento disminuye por cada individuo que se agrega a los ya presentes; (3) que esta respuesta es inmediata; (4) que el ambiente es constante; (5) que el efecto de la densidad es igual para todos los individuos de la población y (6) la probabilidad de apareamiento no depende de la densidad

poblacional (Poole, 1974). El término de retroalimentación de densidad es r_0/K : la adición de un individuo a la población disminuye la cantidad de r por una cantidad r_0/K .

• **Estructura de la población.**

En los modelos anteriores, todos los individuos de la población son equivalentes e ignoran diferencias que pueden ser importantes para predecir el crecimiento o decremento de la población. Posiblemente la diferencia más importante entre los individuos de una población es que no todos tienen la misma edad. Al clasificarlos en grupos de edad se dice que la población tiene una estructura de edades y es posible reconocer que las tasas de sobrevivencia y fecundidad son específicas para cada grupo de edad, entre ciertos rangos (Ferson y Akçakaya, 1990).

Si la población está compuesta de cierta mezcla de individuos que varían en sus tasas vitales, un modelo que ignore esta estructura no será un buen predictor de las tendencias y fluctuaciones que la población puede experimentar en el futuro (Ferson y Akçakaya, 1990).

La mayoría de los modelos que han sido desarrollados para analizar la dinámica de poblaciones con estructura de edades, suponen que la edad de los individuos es conocida. Cuando esto es cierto, una manera de aproximarse es utilizando intervalos de edad y una formulación de matriz. Esto fue inicialmente propuesto, en forma independiente, por Bernardelli (1941), Lewis (1942) y Leslie (1945), aunque usualmente es conocida únicamente como Matriz de Leslie (Manly, 1990). En su forma básica es el equivalente de la ecuación exponencial de crecimiento para una población con estructura de edades (Emlen, 1984). Considera que los cambios en la población se dan en unidades discretas de tiempo (0,1,2,....) con individuos en grupos de edad 0,1,2,....k. Por conveniencia, cuando la población es dioica, sólo las hembras son contadas (Usher, 1972; Manly, 1990).

El modelo puede ser escrito como: $\mathbf{A} \mathbf{a}_t = \mathbf{a}_{t+1}$

Donde

\mathbf{a}_t es un vector columna que representa la estructura de edades de la población al tiempo.

t , y $\mathbf{a}_{t,i}$: es el número de hembras del grupo de edad i a $i+1$ al tiempo t .

\mathbf{a}_{t+1} es un vector columna que representa la estructura de edades al tiempo $t+1$.

\mathbf{A} es una matriz que describe la transición de la población de una estructura de edades a otra sobre un período de tiempo.

	f_0	f_1	f_2	...	f_{n-1}	f_n
$\mathbf{A} =$	p_0	0	0	...	0	0
	0	p_1	0	...	0	0

	0	0	0	...	p_{n+1}	0

Los elementos f_i representan el promedio del número de hijas que sobreviven al tiempo $t+1$, nacidas en el intervalo t a $t+1$ de cada hembra que pertenecía al grupo i al $i+1$ en el tiempo t . Los elementos p_i representan la probabilidad de que una hembra de edad entre i e $i+1$ al tiempo t , viva al tiempo $t+1$ en el grupo de edad $i+1$ al $i+2$ (Usher, 1972; Manly, 1990).

Dos resultados se desprenden de este modelo básico:

(1) si la ecuación se aplica repetidamente, después de k períodos de tiempo:

$$\mathbf{a}_{t+k} = \mathbf{A}^k \mathbf{a}_t$$

(2) Si la matriz es cuadrada con $n+1$ renglones y columnas, tendrá $n+1$ raíces y vectores latentes (eigenvalores y eigenvectores) que satisfagan la ecuación:

$$\mathbf{A} \mathbf{a} = \lambda (\text{lambda}) \mathbf{a}$$

donde λ es cualquier raíz latente y \mathbf{a} es un vector latente asociado con λ (Usher, 1972). El hecho de que λ sea más grande que 1 implica que la población es capaz de incrementar.

λ puede ser relacionada con la tasa intrínseca de incremento natural r , por la ecuación:

$$r = \ln \lambda$$

Un gran número de modificaciones y adiciones se han hecho a este modelo básico, entre ellas consideraciones sobre denso dependencia, variación ambiental, migración, etc. Estas permiten adaptar cualquier situación que se desee estudiar, como extensiones de la matriz de Leslie (Ferson y Akçakaya, 1990).

Los métodos matemáticos para proyecciones poblacionales han sido muy utilizados en las últimas décadas. Los más flexibles y poderosos están basados en modelos de poblaciones con estructura de estados (Manly, 1990). En estas, se pueden representar clasificaciones de categorías de desarrollo, o tamaños, o edades, o tamaños y edades, o cualquier división discreta de la población. Las variables ambientales son modeladas como cantidades específicas que varían de acuerdo a distribuciones estadísticas, tendencia promedio, varianza y autocorrelación (Ferson, 1991).

Con los patrones de sobrevivencia y fecundidad obtenidos de una tabla de vida, es posible el cálculo de parámetros de crecimiento poblacional. El modelo determinístico de Leslie, predice la estructura de edades de una población después de un periodo de tiempo dado, considerando la estructura de edades presente y una matriz cuyos elementos representan la mortalidad y fecundidad específica para cada clase de edad (Usher, 1972). Con las modificaciones de Lefkovitch y Goodman, este modelo puede ser adaptado para poblaciones cuya estructura es descrita por tamaños más que por clases de edad (Usher, 1972; Ferson, 1991).

- **Estructura de tallas**

La determinación de la estructura de tallas se realizó con base en la longitud total de los peces. Las poblaciones de las distintas áreas se agruparon en clases de tamaño de 1 cm. Esto se hizo con la intención de reducir las diferencias en los tiempos medios de residencia, de acuerdo a lo sugerido por Enrigh, Franco y Silvertown (1995).

Por otro lado, la información obtenida del examen histológico de algunas gonadas de los peces colectados de *H. brasiliensis*, generó la estimación de cédulas de fecundidad para las distintas clases de tamaño de estas poblaciones.

Como las clases determinadas para estas poblaciones no consideran a las fases de alevines ni juveniles, se han hecho suposiciones acerca de su sobrevivencia de acuerdo a la literatura sobre pelágicos menores (cita de Omar), además de considerar los resultados del análisis pesquero de este mismo reporte.

Con base en esta información se estimaron las cédulas de mortalidad y fecundidad, y las probabilidades de transición de una clase de tamaño a otra. Utilizando matrices de proyección de estados, se resumió y describió la demografía de diferentes poblaciones de esta especie (Caswell, 1989). A partir de estos resultados se determinaron patrones para los parámetros demográficos de estas poblaciones. Estos fueron integrados al modelo matricial de proyección poblacional. Para realizar la simulación de crecimiento poblacional se ha utilizado el programa RAMAS/STAGE (Ferson, 1991).

Finalmente se hace un análisis de la sensibilidad y sensibilidad ponderada (elasticidad), de la raíz latente dominante (eigenvalor) a cambios en los valores estimados para la matriz de proyección.

5.1.10. ESFUERZO PESQUERO CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO

Para la evaluación de una población explotada de organismos marinos, es fundamental cuantificar debidamente el esfuerzo pesquero aplicado, ya que la captura por unidad de esfuerzo se utiliza como indicador de la abundancia del recurso.

Mientras que resulta sencillo medir el volumen capturado, medir el esfuerzo es mucho más compleja, por lo que una medida incorrecta de este, implicará errores en la evaluación del recurso.

El manejo adecuado de cualquier recurso pesquero implica decisiones directas sobre la magnitud del esfuerzo a ser aplicado en cada temporada de captura, por lo tanto se requiere una correcta cuantificación del mismo (Rotschild, 1977).

Debido a esto es el esfuerzo pesquero la variable de control utilizada para optimizar el rendimiento.

Por lo tanto es necesario:

- 1) Definir las unidades de esfuerzo que expliquen las fluctuaciones en las capturas.
- 2) Conocer la asignación del esfuerzo pesquero al recurso en el área de operación de la flota.

Para el análisis del esfuerzo se emplearon los valores totales en cada año de captura, esfuerzo pesquero y captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

La captura se reportó como número de organismos, mientras el esfuerzo se registró considerando cuatro variantes, el número de salidas por pescador, días efectivos de pesca, el tiempo que tarda el pescador en obtener la captura (desde la llegada de la embarcación al PNIC hasta que se retira del polígono), y el número de lances efectuados. La CPUE se calculó con el siguiente modelo:

$$CPUE = E / C$$

Donde:

E = Esfuerzo

C = Captura

Considerando las cuatro variantes del esfuerzo pesquero, antes mencionadas. Finalmente la fauna de acompañamiento FAC se reporto a nivel de Familia y se ontabilizo como número de organismos capturados por temporada.

6. RESULTADOS

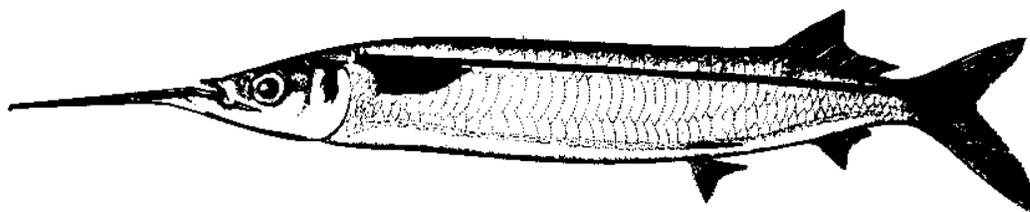
6.1. DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES DE ESCRIBANO QUE SON UTILIZADAS COMO CARNADA PARA LA PESCA DEPORTIVA EN QUINTANA ROO.

En la pesquería inciden dos especies de escribano: *Hemiramphus brasiliensis* y *H. balao*,. Ninguna esta considerada como amenazada o en peligro de extinción (NOM-059-ECOL-94

De las especies de escribano utilizadas como carnada para la pesca deportiva en la región norte de Quintana Roo, tenemos que se encuentra en mayor abundancia el escribano de cola amarilla (*Hemiramphus brasiliensis*). Ocasionalmente se captura el escribano de cola azul (*Hemiramphus balao*). Y el escribano de cola transparente (*Hyporamphus unifasciatus*) y el escribano sin pico (*Chriodurus atherinoides*) se distribuye en la región pero no es utilizado para la pesca deportiva.

Las especies de escribano se determinaron de acuerdo a las claves de Fisher (1978), y Humann (1994).

<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	
Nombre común: Nombre científico: Familia: Género: Especie:	Escribano, pajarito, aguja blanca, "ballyhoo". <i>Hemiramphus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758). Exocoetidae. Hemiramphus brasiliensis
Características distintivas:	Lóbulo superior de la aleta caudal amarillo a naranja, mandíbula superior extremadamente corta y la mandíbula inferior larga con un punto amarillo a naranja o rojo. El color es plateado y el dorso frecuentemente es verdoso brillante o amarillo limón dependiendo del tipo de fondo donde se encuentre, la aleta caudal profusamente bifurcada, el lóbulo bajo alargado. La talla promedio es de 8 a 12 pulgadas de longitud total, y una talla máxima de 16 pulgadas.



Hemiramphus brasiliensis (Linnaeus, 1758)

	Caribe se extiende de norte a sur de Woods Hole Massachusetts a Río de Janeiro Brasil. Al este del Atlántico de las Islas Canarias y Dakar a Luanda y Angola, es conocido en otros idiomas como Ballyhoo-Halfbeak en inglés, Démi-bec brésilien en francés y agujeta brasileña en español (Fisher, 1978).
--	---

<i>Hemiramphus balao</i>	
Nombre común:	Escribano, aguja, pajarito, balao.
Nombre científico:	Hemiramphus balao (Le Sueur, 1823).
Familia:	Exocoetidae.
Género:	Hemiramphus
Especie:	balao
Características distintivas:	Lóbulo superior de la aleta caudal de azul a violeta, mandíbula superior extremadamente corta y la mandíbula inferior con un punto naranja en la punta, el color es plateado y el dorso tiene color azul marino con reflejos metálicos, generalmente se distribuye a profundidades mayores a los 7 metros y siguiendo las corrientes de agua un poco más frías, la aleta caudal profusamente bifurcada. La talla promedio es de 8 a 12 pulgadas de longitud máxima, y una talla promedio de 15 pulgadas.
Distribución geográfica:	Costa este de Florida y en todo el Golfo de México y Mar Caribe extendiéndose de norte a sur de Nueva York a Brasil también se encuentra al este del Atlántico del sur de las Islas Canarias hasta Luanda y Angola es conocido en otros idiomas como Balao-Halfbeak en inglés, Démi-bec balaou en francés y en español como Agujeta Balajú (Fisher, 1978).



6.2. TRABAJO DE CAMPO:

A continuación se presenta la relación de las salidas a las áreas de captura para recopilar la información motivo de este estudio:

Fecha	Lugar	Municipio:	N	Pescador
12/07/97	Playa Pájaros	Isla Contoy	1	Daniel Avila Solís
	Puerto Viejo	Isla Contoy	2	
23/07/97	Punta Sur	Isla Contoy	1	Francisco Novelo
30/07/97	Punta Norte	Isla Contoy	1	Daniel Avila Solís
30/07/97	Instalaciones	Isla Contoy	1	Francisco Novelo
	Instalaciones	Isla Contoy	2	
19/08/97	Punta Sur	Isla Contoy	1	Francisco Novelo
4/09/97	Punta Sur	Isla Contoy	1	Francisco Novelo
16/09/97	Punta Sur	Isla Contoy	1	Francisco Novelo
	Punta Sur	Isla Contoy	2	
26/09/97	Punta Sur	Isla Contoy	1	Daniel Avila Solís
22/10/97	Punta Sam	Cancún	1	Antonio Martínez
	Puerto Juárez	Cancún	2	
27/10/97	Punta Sur	Isla Contoy	1	Daniel Avila Solís
	Isla Blanca (final)	Isla Mujeres	1	
	Boca Chacmochuc	Isla Mujeres	2	
10/01/98	Puerto Viejo	Isla Contoy	1	Francisco Novelo
20/01/98	Fte. Instalaciones	Isla Contoy	1	Francisco Novelo
29/01/98	Lag. Chacmochuc	Isla Blanca	0	Francisco Novelo
	Punta Sur	Isla Contoy	1	Francisco Novelo
12/04/98	Punta Norte	Isla Contoy	1	Francisco Novelo
	Fte. Puerto Viejo	Isla Contoy	2	
05/02/98	Entre P. Caracol y Punta Zots	Chiquila	1	Francisco Novelo
	Noroeste de Pta. Caracol	Chiquila	2	
	Entre P. Caracol y Punta Zots	Chiquila	3	
	Entre P. Caracol y Punta Zots	Chiquila	4	
24/03/98	Fte. Boca Limbo	Cabo Catoc	1	
13/04/98	O	O	O	Francisco Novelo
14/04/98	O	O	O	Francisco Novelo
16/04/98	Pto. Viejo-P. P.	Isla Contoy	1	Daniel Avila S.
	Punta Norte	Isla Contoy	2	
	Puerto Viejo	Isla Contoy	3	
17/04/98	Puerto Viejo	Isla Contoy	1	Francisco Novelo
	Lag. Muerta	Isla Contoy	2	
	Puerto Viejo	Isla Contoy	3	
	Puerto Viejo	Isla Contoy	4	
	Puerto Viejo	Isla Contoy	5	
	Puerto Viejo	Isla Contoy	6	
	Puerto Viejo	Isla Contoy	7	
	Entre P. V.-Instal.	Isla Contoy	8	
	Fte. Instalaciones	Isla Contoy	9	
18/04/98	Fte. Puerto Viejo	Isla Contoy	1	Daniel Avila Solis

	Entre P. V.-Instal.	Isla Contoy	2	
18/04/98	Entre P.P.-C. Pesq	Isla Contoy	1	Francisco Novelo
19/04/98	Fte. Instalaciones	Isla Contoy	1	Daniel Avila Solis
	Entre Inst.-Pto. V.	Isla Contoy	2	
	Entre Inst.-Pto. V.	Isla Contoy	3	
20/04/98	Entre Inst.-Pto. V.	Isla Contoy	1	Francisco Novelo
	Fte. Camp. Pesq.	Isla Contoy	2	
	Fte. Camp. Pesq.	Isla Contoy	3	
20/04/98	Fte. Puerto Viejo	Isla Contoy	1	Daniel Avila Solis
	Fte. Camp. Pesq.	Isla Contoy	2	
	Punta Norte	Isla Contoy	3	
21/04/98	O	O	O	Francisco Novelo
21/04/98	Fte. Puerto Viejo	Isla Contoy	1	Danie Avila Solis
	Fte. Puerto Viejo	Isla Contoy	2	
	Fte. Puerto Viejo	Isla Contoy	3	
	Fte. Puerto Viejo	Isla Contoy	4	
23/04/98	O	O	O	Francisco Novelo

6.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PESQUERÍA

6.2.1.1 .Fecha, horario y área de captura.

La temporada de pesca dentro del polígono del PNIC comprende del 28 de febrero al 30 de junio de cada año, las capturas se realizaron solo durante el horario diurno, en la zona oeste de la isla, desde la punta sur hasta la punta norte. No incluye las zonas arrecifales, la captura de este recurso esta regulada como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.- Reglamentación para las capturas de escribano durante las temporadas de pesca 1997 y 1998.

1997	1998-1999	OBSERVACIONES
Pesca bajo supervisión científica.	Pesca bajo supervisión científica.	No se modifica
Permisos sólo para tres pescadores.	Permisos sólo para tres pescadores.	No se modifica
Uso de una embarcación por permisionario (aquella que aparece en el permiso).	Uso de una embarcación por permisionario (aquella que aparece en el permiso).	No se modifica
Trabajar en coordinación con el CRIP de Puerto Morelos.	Asesoría del CRIP de Puerto Morelos y del CINVESTAV – Unidad Mérida.	Aumenta el apoyo
Controles de captura en la Reserva y las oficinas de pesca que corresponda a la entidad del permiso.	Controles de captura en el Parque y las oficinas de pesca que corresponda a la entidad del permiso, reportando la captura a las oficinas de Isla Mujeres y Cancún	Aumenta la regulación

Captura en horario diurno y un sólo día a la semana nocturno.	Captura en horario diurno y un sólo día a la semana nocturno.	No se modifica
Área de captura Punta Norte a Punta Sur respetando las lagunas que son sitios de reproducción.	Área de captura Punta Norte a Punta Sur respetando las lagunas que son sitios de reproducción, los bancos de sardina y el arrecife islaché.	No se modifica
Arte de pesca: Luz de malla de 1 ¼ pulgada, caída de la red de 1.8 metros.	Arte de pesca: Luz de malla de 1 ¼ pulgada, caída de la red de 120 mallas y una longitud de 4 paños de red de 80 metros cada uno.	Aumenta la regulación
Captura de aprovechamiento limitada del 10 de febrero al 30 de junio.	Captura de aprovechamiento limitado del 28 de febrero al 30 de junio.	Disminuye el período de aprovechamiento.
Cuota 100, 000 organismos durante toda la temporada por permisionario.	Cuota 70, 000 organismos durante toda la temporada por permisionario.	Aumenta la regulación disminuyendo el número de individuos que se permite capturar.
Respetar una distancia de la línea de costa de 200 metros en los lugares que se presente playas someras con fondo rocoso o zona arrecifal.	Respetar una distancia de la línea de costa de 200 metros en los lugares que se presente playas someras con fondo rocoso o zona arrecifal como el Campamento de pescadores, Frente a Puerto Viejo y el Arrecife Islaché.	No se modifica

6.2.1.2. Equipo y arte de pesca.

Los pescadores dedicados a la captura de escribano cuentan con un permiso especial otorgado por la Subdelegación de pesca del Estado, el cuál los autoriza para realizar esta actividad en el litoral de la zona norte de Quintana Roo, el equipo que utilizan los pescadores es:

a).- Embarcación: lanchas tipo tiburonera de 25 pies de largo o más, equipadas con un motor fuera de borda de 40 o 75 caballos de fuerza.

b).- Personal: Un motorista, un observador dos ayudantes y propietario de la embarción.

c).- Arte de pesca: red agallera con luz de malla de 1 ¼ de pulgada, caída de la red de 120 mallas y una longitud de 4 paños de red de 80 metros cada uno.

d).- Implementos: equipo de buceo libre (snorquel, visor y aletas) hielera y 100 litros de combustible, aceite para motor de 2 tiempos.

6.2.1.3. Procedimiento.

Los pescadores se trasladan a la zonas de captura (Mapa 1), el gasto de combustible y el tiempo de llegada a la zona de captura dependerá de la ubicación del pesquero y de las condiciones climáticas, una vez que la embarcación llega a la zona de captura un miembro de la tripulación se coloca en la proa de la embarcación que será el encargado de localizar el cardumen de escribanos, una vez localizado el cardumen, la línea de plomos y la relinga de flotación de un extremo de la red se sueltan en el agua y la lancha inicia un desplazamiento rápido en forma circular, se encierra al cardumen. Se puede soltar la red en su totalidad o solo una porción. Al cerrar la red, se golpea la superficie del agua para que, los organismos, al intentar escapar se enmallen en la red con el opérculo. Cuando se considera que más del 50% de los organismos se ha enmallado se retira la red del agua, se toman los escribanos, y antes de colocarlos en la hielera se les exprime el abdomen para eliminar el contenido estomacal y evitar una rápida descomposición del organismo. La fauna de acompañamiento es liberada y regresada al mar.

Los escribanos capturados son depositados en una hielera con agua de mar, al final de la jornada de pesca los escribanos son colocados en bolsas de polietileno de 10 a 12 en cada una, se introducen en una cámara de refrigeración para su venta al mayoreo o menudeo.

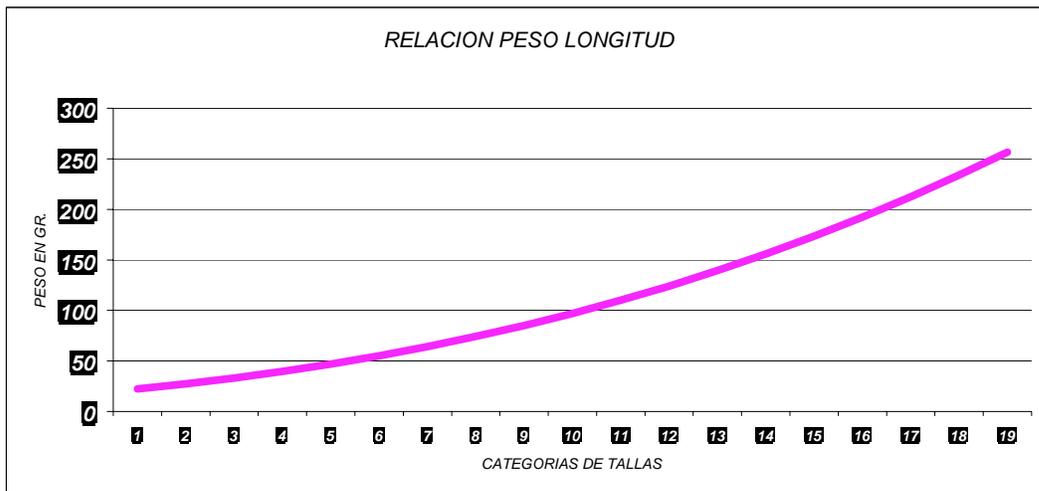
6.2.2. DATOS BIOLÓGICOS

6.2.2.1. RELACION PESO LONGITUD

Se calcularon los parámetros de la relación peso longitud total, obteniendo los siguientes valores:

$$W = 0.012(Lt)^{2.89}$$

Debido al valor del exponente b se concluye que el tipo de crecimiento que se ajusta a la fracción del stock estudiado es alométrico.



Gráfica 1. Curva de la relación peso corporal-longitud total.

6.2.3 PARAMETROS DE CRECIMIENTO

A partir de las frecuencias de longitud de los escribanos presentes en las capturas comerciales durante las temporadas 97-98 se procedió a la evaluación de los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy.

En la siguiente tabla se muestran las longitudes máximas encontradas por el método de acumulación de probabilidades.

Tabla 2. Longitudes máximas, en cm, obtenidas mediante el método de acumulación de probabilidades.

OBSERVACION	LONGITUD MAXIMA OBSERVADA cm.
1	24.00
2	25
3	25
4	25
5	25
6	26
7	26
8	26
9	27
10	28

11	28
12	28
13	29
14	29
15	29
16	29
17	30
18	31
19	32

A partir de estos valores se calculó el valor máximo de longitud total para la fracción del stock en estudio, mediante el **método de predicción de longitud máxima**, con un intervalo de confianza del 95%.

Tabla 3. Valores de Lmax, obtenidos mediante el método de predicción de longitud máxima.

PARAMETRO CALCULADO	VALOR OBTENIDO
Longitud total máxima calculada	32.49 cm
Longitud máxima observada	32.00 cm
Intervalo de confianza 95 %	31.39 – 34.58 cm

Partiendo de estos valores se estimaron los parámetros de la ecuación de Von Bertalanffy mediante la metodología antes descrita, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 4. Valores de la ecuación de Von Bertalanffy.

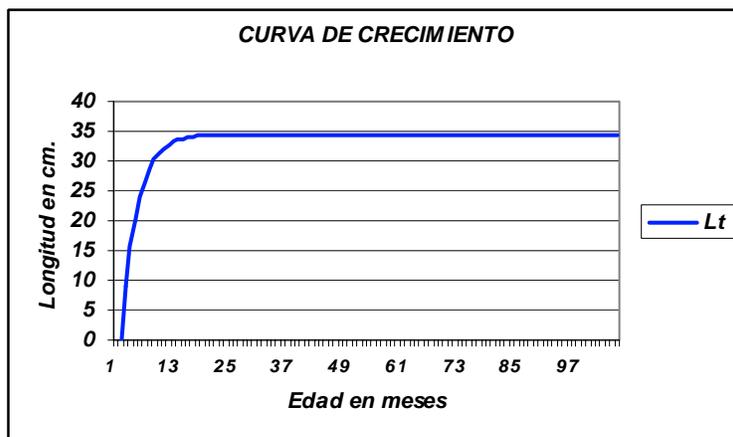
L_{∞}	k	SL	SS	Rn
34.46	.3	18.50	1	0.107

Quedando la ecuación de la siguiente forma:

$$L_t = L_{\infty} (1 - \exp [-K t - t_0] + S_{ts} - S_{t0})$$

$$L_t = 34.46(1 - \exp [-0.3 t - t_0] + 18.5 - 1)$$

Obtenida la ecuación se trazo la curva de crecimiento y se sobrepuso a las frecuencias de longitud total.



Gráfica 2. Curva de crecimiento corporal de los escribanos *Hemiramphus brasiliensis*, obtenida con la ecuación de Von Bertalanffy.

6.2.4. FRECUENCIAS DE TALLAS

Los datos de frecuencias de tallas se analizaron mensualmente por zona de captura, a continuación se muestran los resultados obtenidos por la zona de muestreo de Isla Contoy.

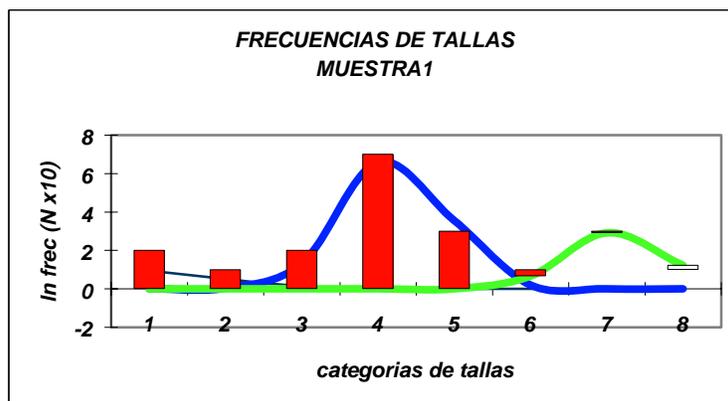
FRECUENCIAS DE TALLAS ZONA ISLA CONTOY

MUESTRA 1.

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	18.00	1.201	3	
2	21.62	0.670	11.72	3.87
3	24.53	0.653	4.860	4.400

Tabla 5. Grupos de tallas encontrados en la muestra 1

Gráfica 3. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya.

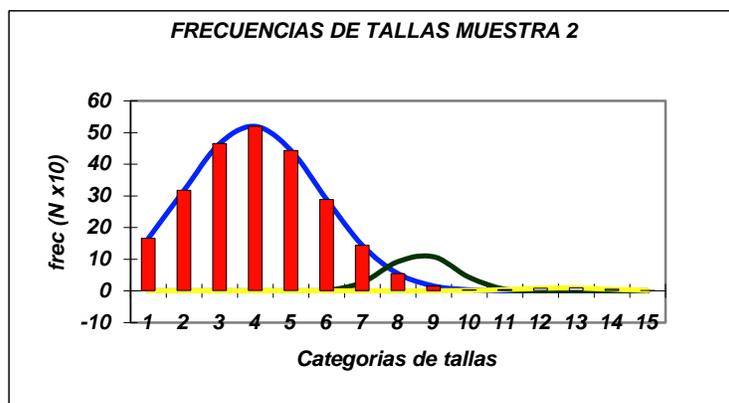


MUESTRA 2.

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	20.31	1.925	251.00	
2	25.04	0.960	27.93	3.281
3	29.00	1.201	3.0	3.661

Tabla 6. Grupos de tallas encontrados en la muestra 2.

Gráfica 4. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya.

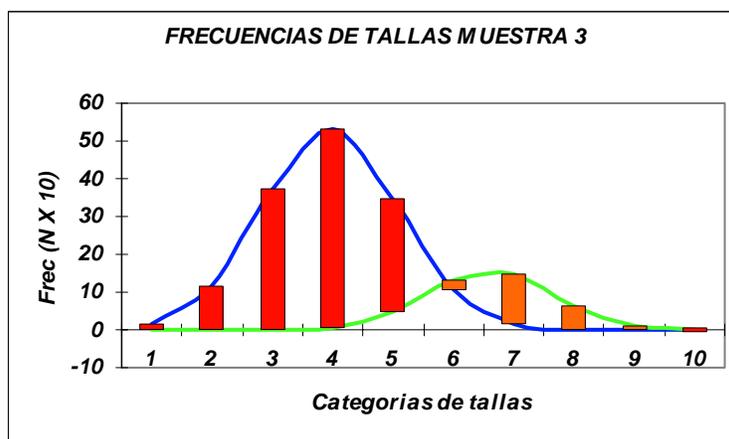


MUESTRA 3.

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	19.36	1.128	151.0	
2	22.02	1.025	40.09	2.471

Tabla 7. Grupos de tallas encontrados en la muestra 3.

Gráfica 5. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya.

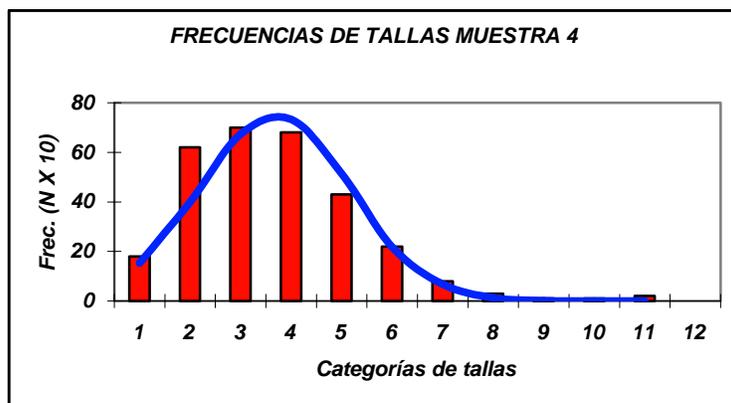


MUESTRA 4.

GRUPO	LONG. MEDIA	DES. STD	N	S.I.
1	20.09	1.509	283.00	

Tabla 8. Grupos de tallas encontrados en la muestra 4. Gráfica 6. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla

separados por el método de Battacharya.

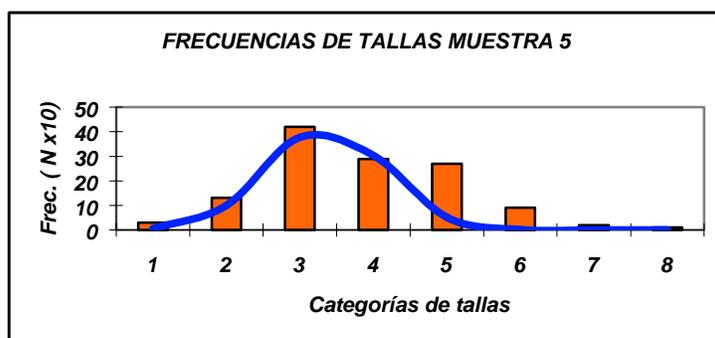


MUESTRA 5.

GRUPO	LONG. MEDIA	DES. STD	N	S.I.
1	19.76	0.805	84.00	

Tabla 9. Grupos de tallas encontrados en la muestra 5.

Gráfica 7. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya

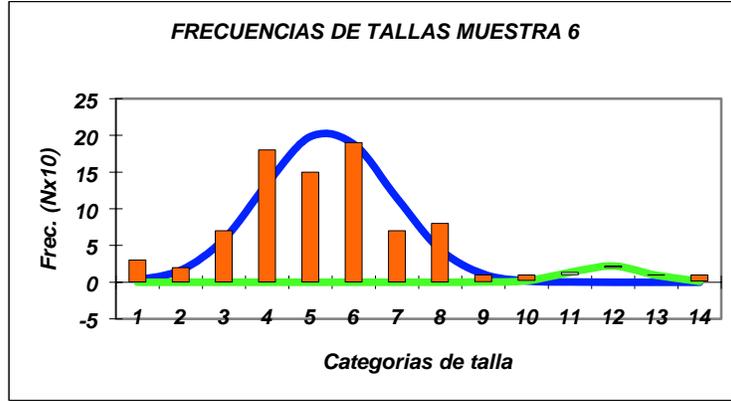


MUESTRA 6.

GRUPO	LONG. MEDIA	DES. STD	N	S.I.
1	20.78	1.501	77.00	
2	27.27	0.869	4.85	5.479

Tabla 10. Grupos de tallas encontrados en la muestra 6.

Gráfica 8. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya.

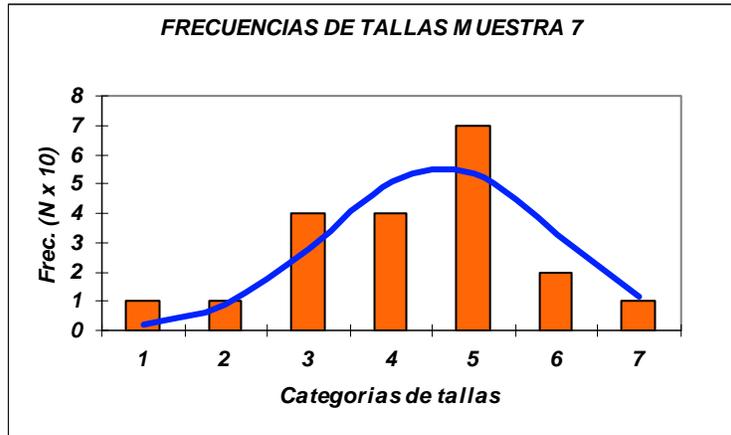


MUESTRA 7.

GRUPO	LONG. MEDIA	DES. STD	N	S.I.
1	21.00	1.359	19.00	

Tabla 11. Grupos de tallas encontrados en la muestra 7.

Gráfica 9. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya

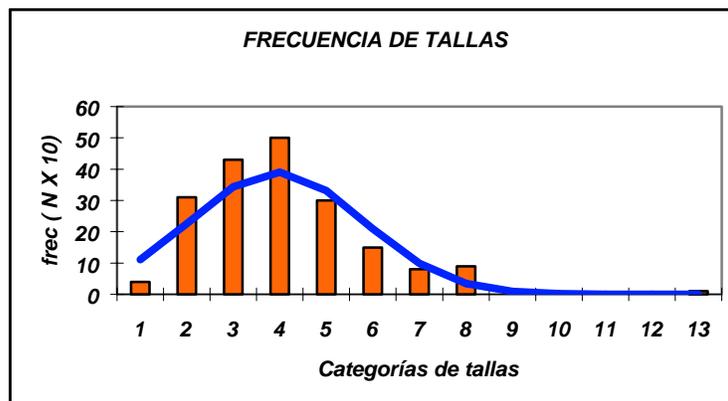


MUESTRA 8.

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	19.34	1.847	181	

Tabla 12. Grupos de tallas encontrados en la muestra 8.

Gráfica 10. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya

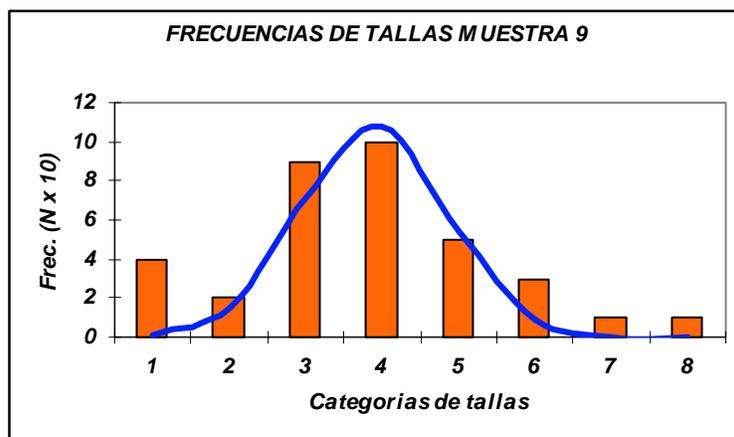


MUESTRA 9.

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	20.28	0.954	26.00	

Tabla 13. Grupos de tallas encontrados en la muestra 9.

Gráfica 11. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya.

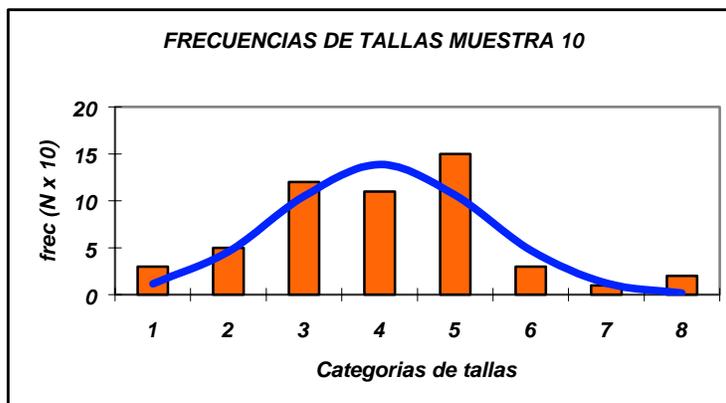


MUESTRA 10.

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	20.41	1.352	47.00	

Tabla 14. Grupos de tallas encontrados en la muestra 10.

Gráfica 12. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya

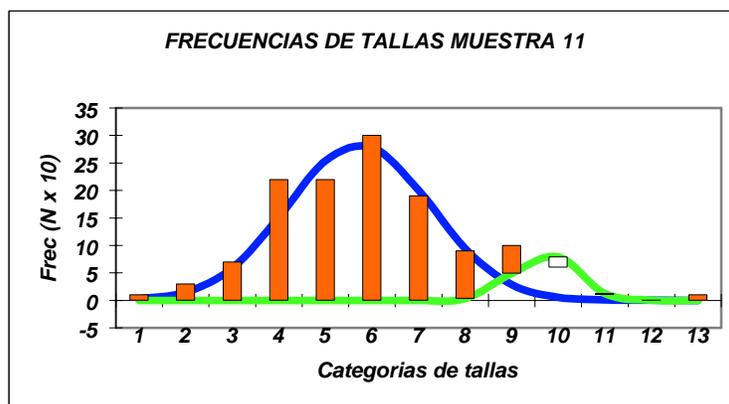


MUESTRA 11.

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	21.12	1.535	109.00	
2	25.11	0.660	14.38	3.634

Tabla 14 Grupos de tallas encontrados en la muestra 11.

Gráfica 13. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya.

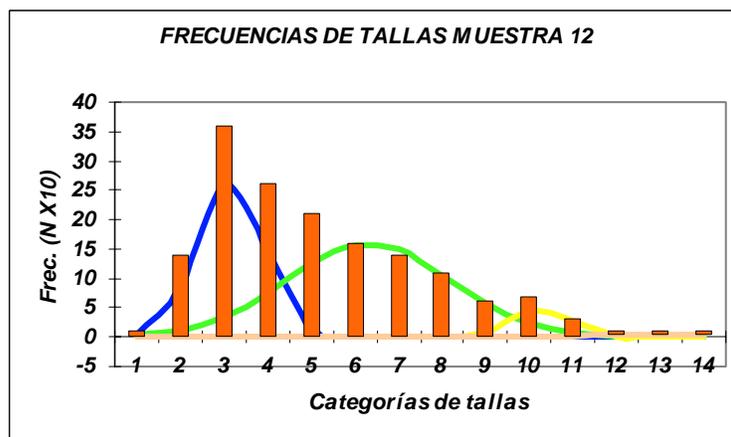


MUESTRA 12.

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	19.56	0.768	51.00	
2	22.71	1.889	75.500	2.374
3	26.70	0.635	8.210	3.165
4	30.11	2.130	2.740	2.463

Tabla 15. Grupos de tallas encontrados en la muestra 12.

Gráfica 13. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya.

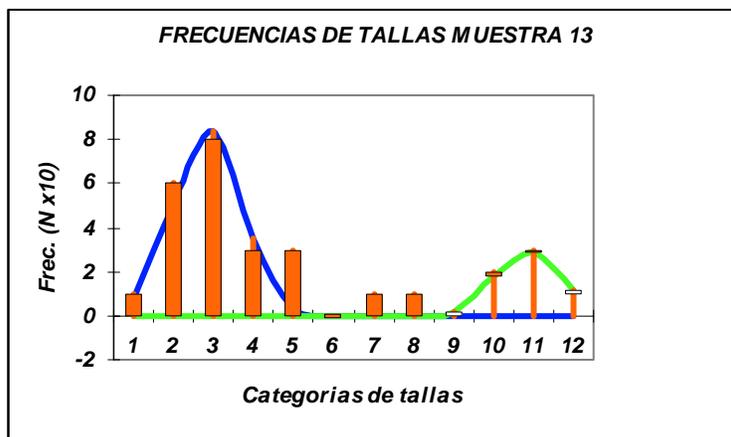


MUESTRA 13.

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	19.26	0.849	18.00	
2	27.27	0.815	6.00	9.18

Tabla 16. Grupos de tallas encontrados en la muestra 13.

Gráfica 13. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya.

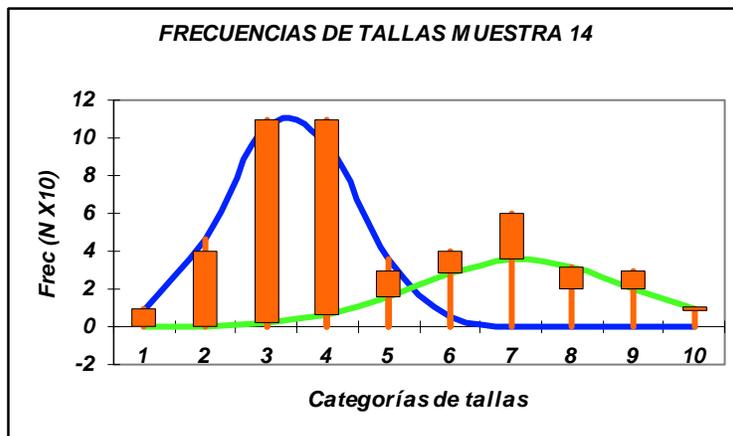


MUESTRA 14.

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	19.80	1.050	30.00	
2	23.58	1.714	15.47	2.734

Tabla 17. Grupos de tallas encontrados en la muestra 14.

Gráfica 14. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya

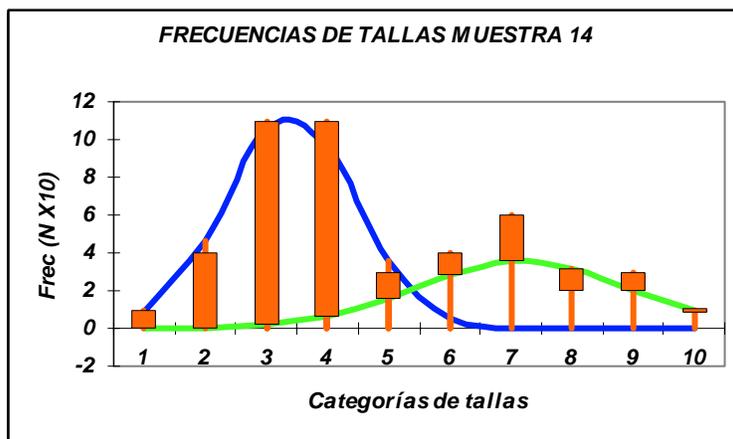


MUESTRA 15.

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	21.25	0.734	15.00	

Tabla 18. Grupos de tallas encontrados en la muestra 15.

Gráfica 15. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya

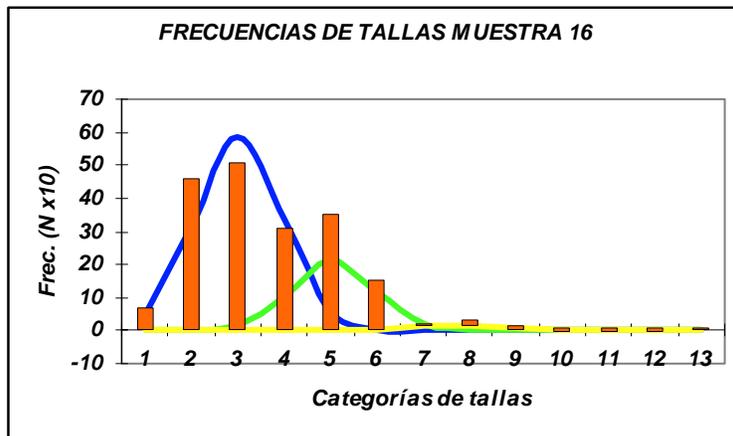


MUESTRA 16.

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	18.42	0.917	135.00	
2	20.44	0.882	47.00	2.251
3	23.00	0.965	3.93	2.770

Tabla 19. Grupos de tallas encontrados en la muestra 16.

Gráfica 16. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya

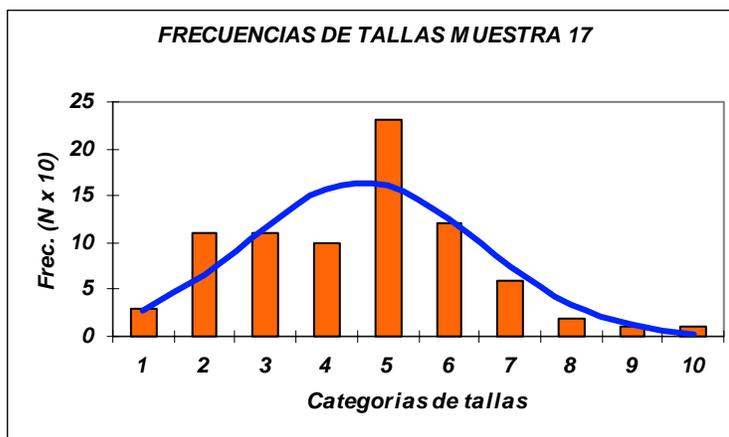


MUESTRA 17.

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	16.03		23	

Tabla 20. Grupos de tallas encontrados en la muestra 17.

Gráfica 17. Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya

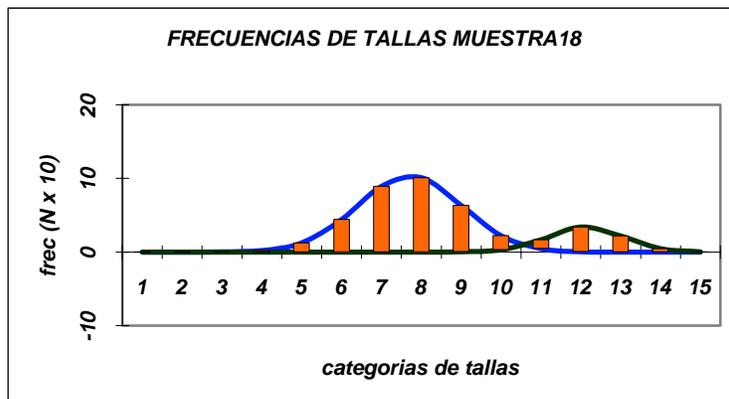


MUESTRA 18.

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	20.11	1.309	34.00	
2	24.51	0.936	8.00	3.92

Tabla 21 Grupos de tallas encontrados en la muestra 18.

Gráfica 18 Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Battacharya



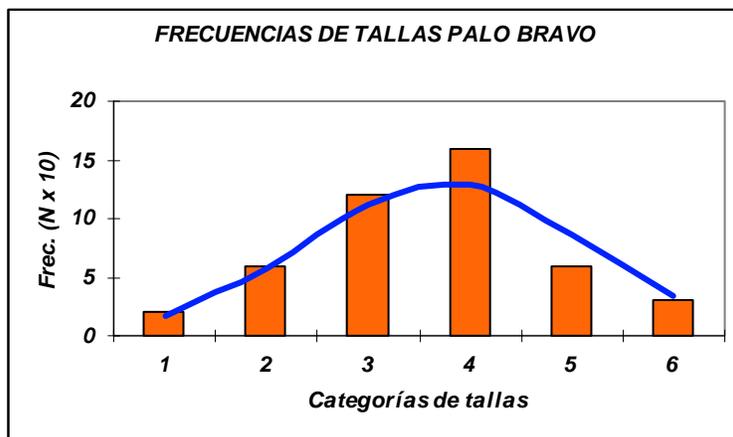
A continuación se muestran los resultados obtenidos para las zonas de muestreo externas a Isla Contoy.

FRECUENCIAS DE TALLAS PARA LA ZONA DE PALO BRAVO

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	19.15	1.379	45	

Tabla 22. Grupos de tallas encontrados en la muestra de Palo Bravo.

Gráfica 19 Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Bhattacharya

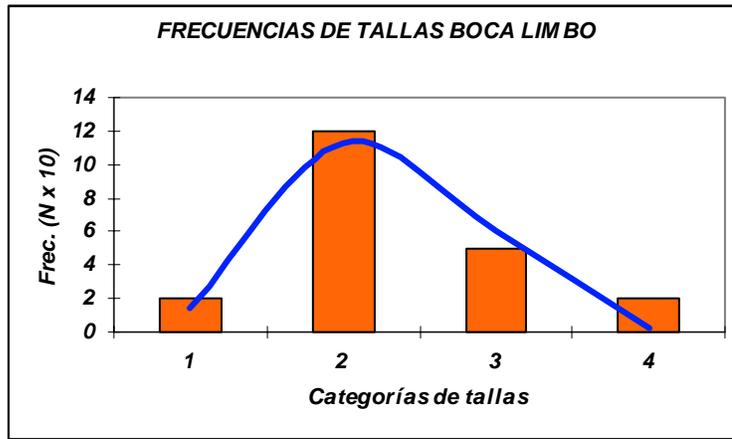


FRECUENCIAS DE TALLAS PARA LA ZONA DE BOCA LIMBO

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	18.67	0.612	19.00	

Tabla 23. Grupos de tallas encontrados en la muestra de Boca Limbo.

Gráfica 20 Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Bhattacharya

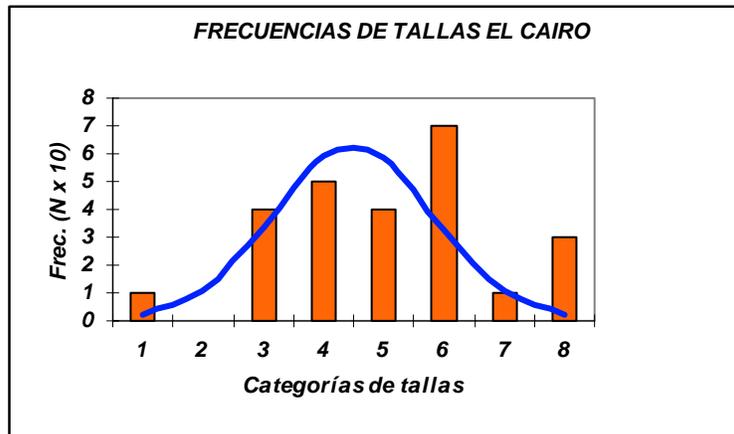


FRECUENCIAS DE TALLAS PARA LA ZONA DE EL CAIRO

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	21.89	1.322	21.00	

Tabla 24. Grupos de tallas encontrados en la muestra de El Cairo.

Gráfica 21 Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Bhattacharya

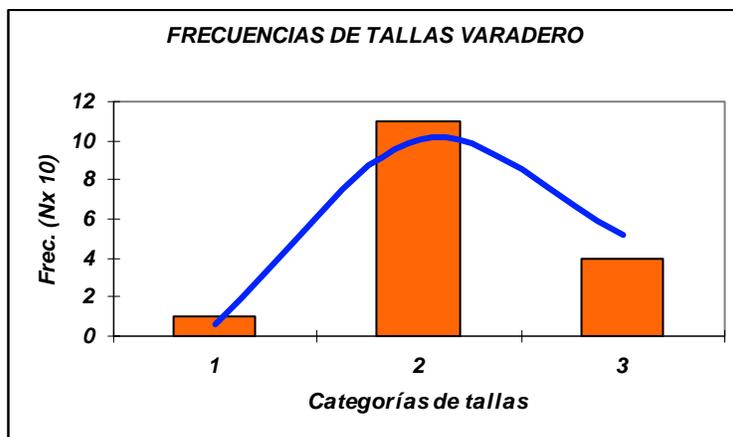


FRECUENCIAS DE TALLAS PARA LA ZONA DE VARADERO

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	17.70	0.542	16.00	

Tabla 25. Grupos de tallas encontrados en la muestra de Varadero.

Gráfica 22 Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Bhattacharya

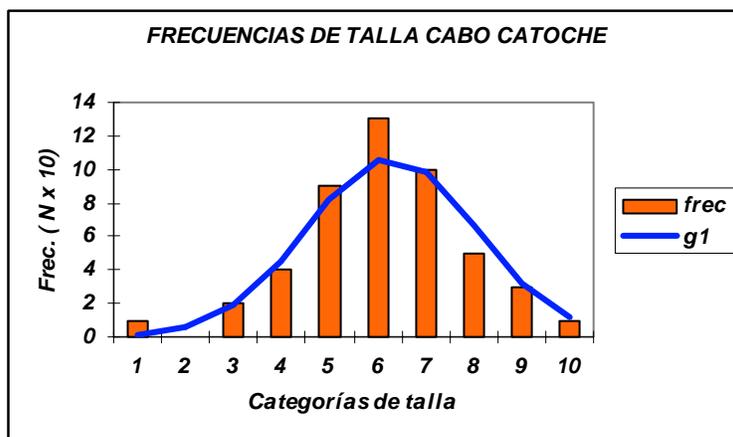


FRECUENCIAS DE TALLAS PARA LA ZONA DE CABO CATOCHE

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	24.69	1.756	47.00	

Tabla 26. Grupos de tallas encontrados en la muestra de Cabo Catoche.

Gráfica 23 Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Bhattacharya

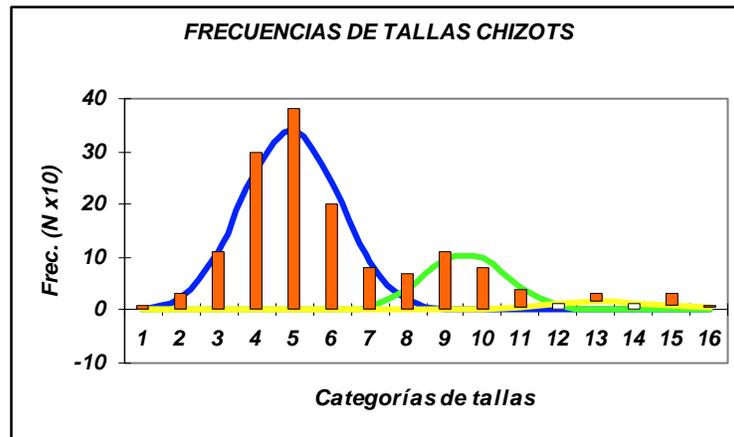


FRECUENCIAS DE TALLAS PARA LA ZONA DE CHIQUILA-PUNTA ZOTS

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	20.32	1.283	110.00	
2	24.96	1.057	29.20	3.960
3	28.67	1.742	6.97	2.651

Tabla 27. Grupos de tallas encontrados en la muestra de Chiquila Punta Zots.

Gráfica 24 Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Bhattacharya

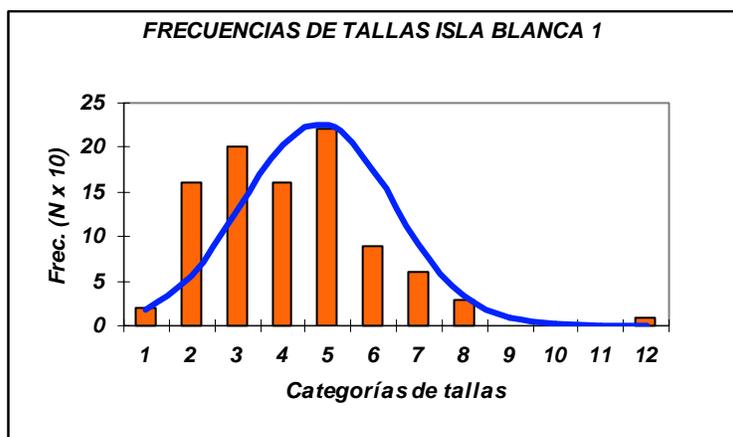


FRECUENCIAS DE TALLAS PARA LA ZONA DE ISLA BLANCA MUESTRA 1

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	20.16	1.653	94.00	

Tabla 28. Grupos de tallas encontrados en la muestra de Isla Blanca.

Gráfica 25 Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Bhattacharya

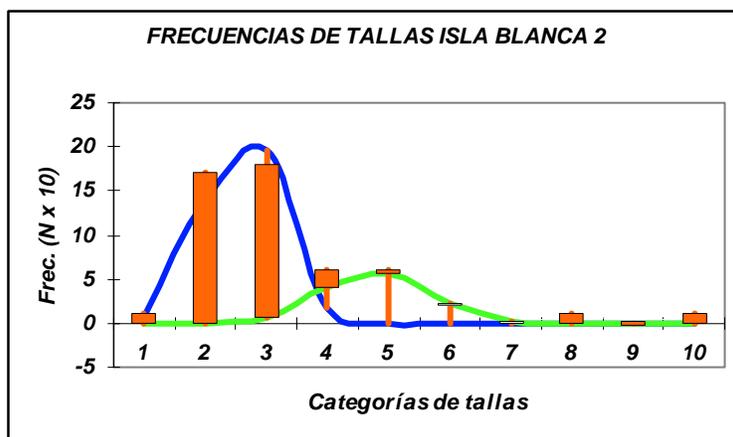


FRECUENCIAS DE TALLAS PARA LA ZONA DE ISLA BLANCA 2

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	20.02	0.600	36.00	
2	22.17	0.871	12.810	2.917

Tabla 29. Grupos de tallas encontrados en la muestra de Isla Blanca 2.

Gráfica 26 Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Bhattacharya

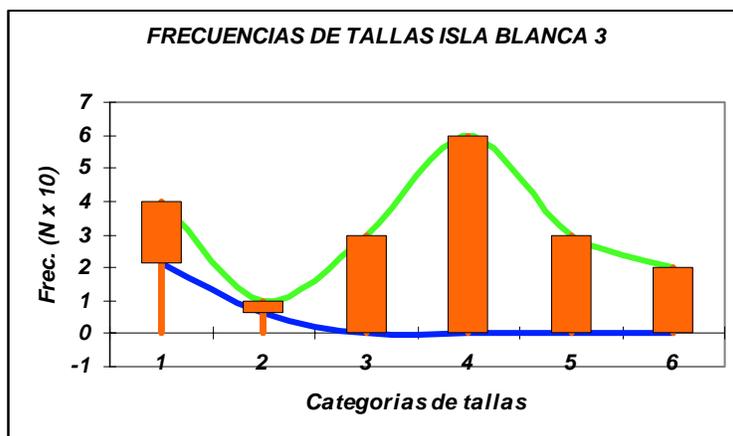


FRECUENCIAS DE TALLAS PARA LA ZONA DE ISLA BLANCA MUESTRA 3

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	18.00	0.849	5.00	
2	21.51	0.843	11.940	4.145

Tabla 30. Grupos de tallas encontrados en la muestra de Isla Blanca 3.

Gráfica 27 Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Bhattacharya

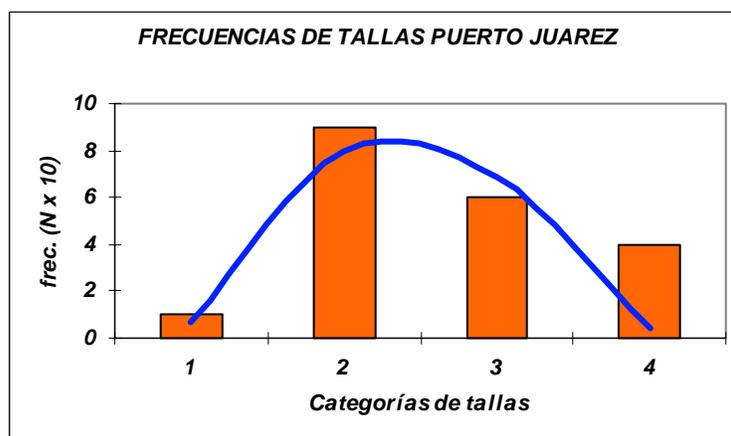


FRECUENCIAS DE TALLAS PARA LA ZONA DE PUERTO JUAREZ

GRUPO	LONG. MEDIA	DES. STD	N	S.I.
1	17.84	0.620	16.00	

Tabla 31. Grupos de tallas encontrados en la muestra de Puerto Juárez.

Gráfica 28 Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Bhattacharya

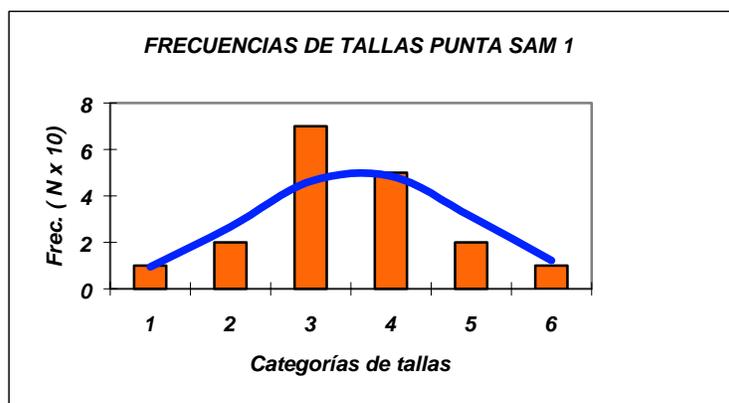


FRECUENCIAS DE TALLAS PARA LA ZONA DE PUNTA SAM MUESTRA 1

GRUPO	LONG. MEDIA	DES. STD	N	S.I.
1	19.00	1.423	18.00	

Tabla 32. Grupos de tallas encontrados en la muestra de Punta Sam 1.

Gráfica 29 Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Bhattacharya

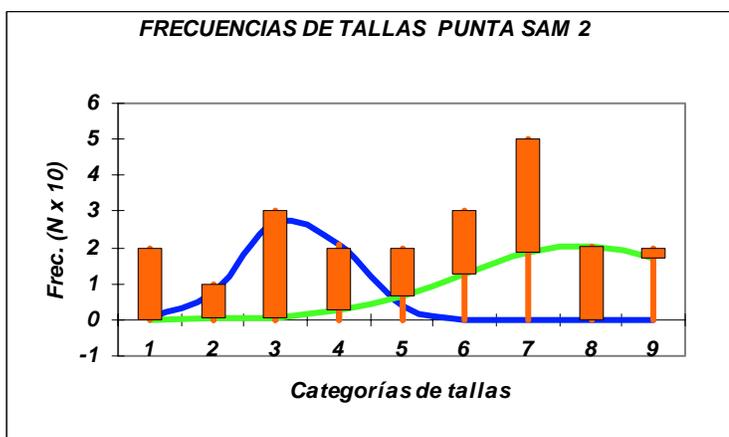


FRECUENCIAS DE TALLAS PARA LA ZONA DE PUNTA SAM MUESTRA 2

GRUPO	LONG. MEDIA	DESV. STD	N	S.I.
1	19.84	0.815	6.00	
2	24.2	1.886	9.690	3.366

Tabla 33. Grupos de tallas encontrados en la muestra de Punta Sam 2.

Gráfica 30 Las barras representan las frecuencias de talla, las curvas de colores representan los grupos de talla separados por el método de Bhattacharya



6.2.5. MORTALIDAD

Se utilizó el método de Pauly (1984,1990,1995) que contempla en su ecuación la temperatura media anual del agua en la zona de estudio, el valor de L_{∞} y K , para el cálculo de la mortalidad total Z , mortalidad natural M , mortalidad por pesca F y la tasa de explotación E :

$$L_{\infty} = 34.46$$

$$K = 0.30$$

$$T = 28 \text{ C}$$

A partir de estas constantes se obtuvieron los siguientes resultados:

Z	M	F	E
1.61	0.78	0.83	0.51

Con un intervalo de confianza para

Z de: 1.72 – 1.50

6.2.6. PROBABILIDADES DE CAPTURA

Para poder obtener los valores de probabilidad de captura **L25, L50, L75**, el primer paso fue convertir las frecuencias de longitud en curvas de captura, para posteriormente extrapolar la curva obtenida con el número actual de organismos capturados y los que podrían ser capturado.

Para el desarrollo de este modelo se utilizaron las constantes de la ecuación de **Von Bertalanffy y Z**.

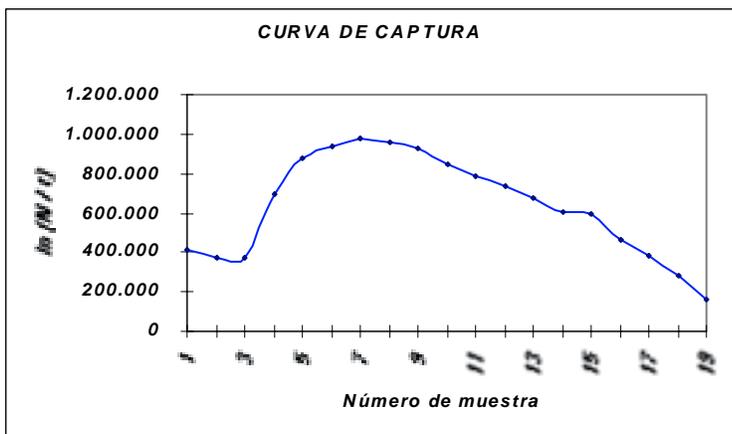
La regresión efectuada determinó los siguientes valores para:

n= 12
a= 14.21
b = - 1.61
r = -.996

MUESTRA	N	Ln (N / delta t)	Edad relativa
1	13.48	4.15227	1.65728
2	0	3.69790	1.8203
3	13.48	3.69790	1.99156
4	188.06	6.92067	2.17217
5	1288.32	8.78769	2.36314
6	2526.33	9.40031	2.56571
7	3864.99	9.76075	2.78140
8	3443.63	9.57608	3.01201
9	2802.67	9.29573	3.25977
10	1325.68	8.46670	3.52744
11	811.42	7.88837	3.81849
12	548.52	7.40099	4.13741
13	305.08	6.70833	4.49010
14	183.42	6.08094	4.88457
15	184.34	5.95127	5.33207
16	60.50	4.68135	5.84910
17	30.52	3.81254	6.46131
18	13.85	2.79507	7.21185
19	5.89	1.64528	8.18203

Obteniendo el siguiente gráfico de curva de captura

Gráfica 31. Curva de captura obtenida a partir de las frecuencias de tallas.



A partir de esta serie de datos se aplica el modelo propuesto por Pauly (1984) y se estiman los valores de probabilidad de captura para L 25, L50, L75.

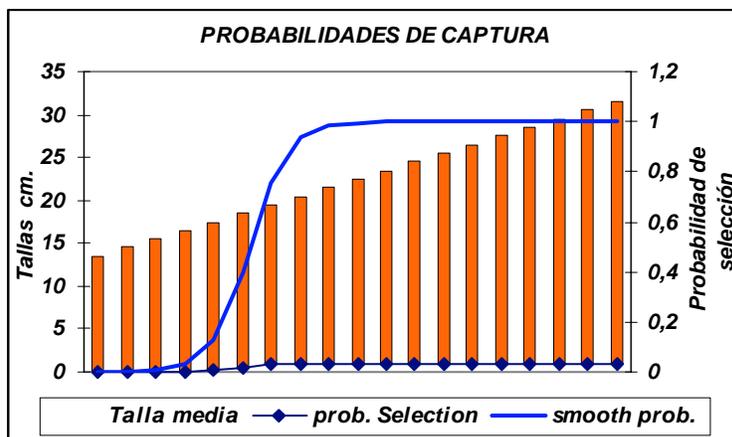
Donde:

L25 = 18.060 cm.

L50 = 18.772 cm.

L75 = 19.485 cm.

Gráfica 32. Curva de probabilidad de captura, calculada a partir del modelo de Pauly (1984).



6.2.7. ANALISIS DE POBLACION VIRTUAL

Se utilizaron los valores obtenidos de K y L_{∞} para calcular el tamaño de la población y la mortalidad por pesca F en cada uno de los grupos de talla encontrados, así como el número de individuos y la biomasa por clase de edad

Se obtuvieron los siguientes valores hipotéticos de la población:

GRUPO DE TALLA	CAPTURA EN NUMERO DE ORGANISMOS	POBLACION TOTAL (n)	MORTALIDAD POR PESCA (F)
13.00-14.00	100.00	772,648.94	0.0009
14.00-15.00	0	682,401.25	0.000
15.00-16.00	100.00	599,041.00	0.0010
16.00-17.00	2100.00	522,167.66	0.0233
17.00-18.00	16200.00	449,823.84	0.2014
18.00-19.00	32500.00	370,891.53	0.4769
19.00-20.00	44700.00	285,235.25	0.8374
20.00-21.00	39900.00	198,899.11	1.0349
21.00-22.00	29600.00	128,927.47	1.1292
22.00-23.00	15200.00	78,881.82	0.8611
23.00-24.00	9000.00	49,913.68	0.7400
24.00-25.00	5600.00	31,427.47	0.6718
25.00-26.00	3500.00	19,325.21	0.6245
26.00-27.00	1900.00	11,454.06	0.5124
27.00-28.00	1700.00	6,661.97	0.7509
28.00-29.00	600.00	3,196.15	0.4652
29.00-30.00	400.00	1,590.21	0.5679
30.00-31.00	200.00	640.79	0.6320
31.00-32.00	100.00	193.98	0.8300
total	203,400.00		

Grafica 32. Valores hipotéticos del tamaño de la población, numero de organismos muertos por mortalidad natural (**M**) y mortalidad por pesca (**C**), **F** es el coeficiente de mortalidad por pesca.

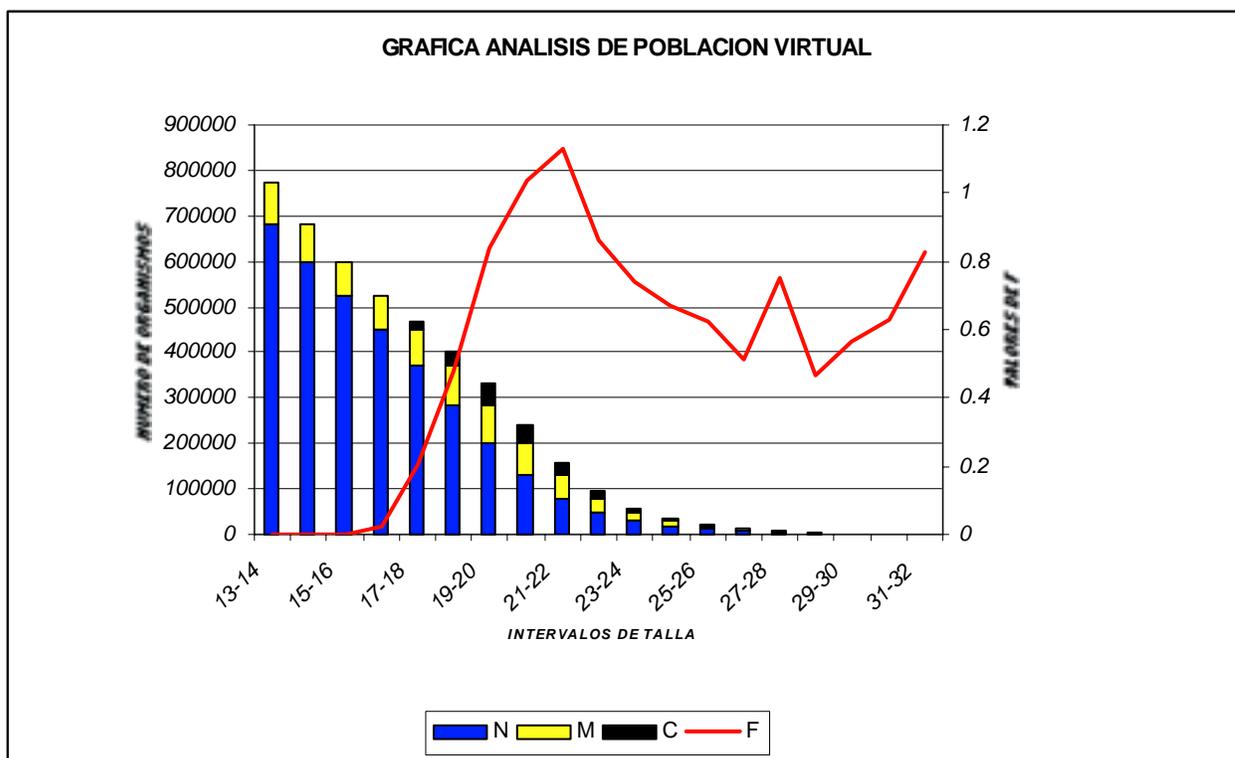


Tabla 34. Captura calculada por VPA, por cada intervalo de talla.

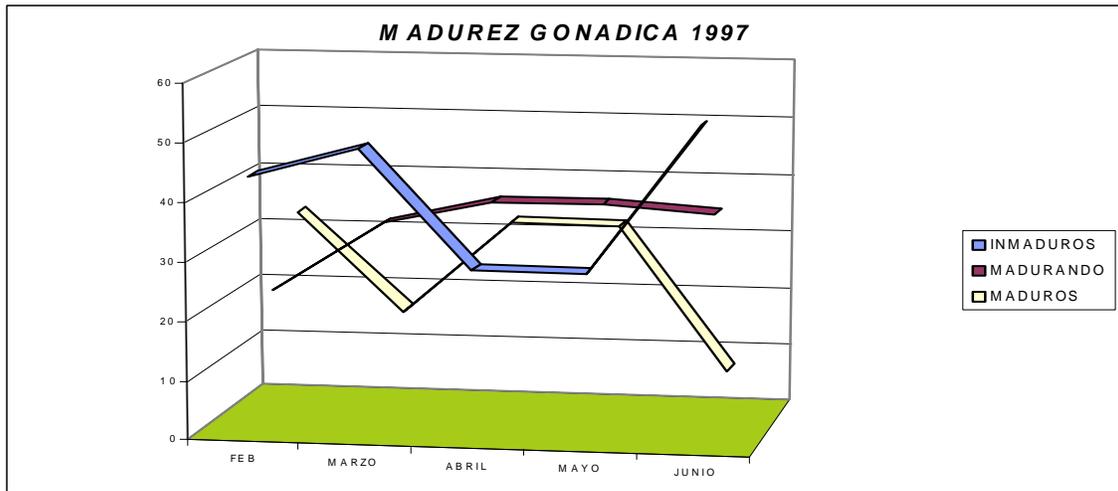
LONGITUD MEDIA	CAPTURA EN TONELADAS
13.5	0
14.5	0
15.5	0
16.5	0.08
17.5	0.76
18.5	1.79
19.5	2.87
20.5	2.96
21.5	2.52
22.5	1.48
23.5	0.99
24.5	0.70
25.5	0.49
26.5	0.30
27.5	0.29
28.5	0.12
29.5	0.08
30.5	0.05
31.5	0.03

6.2.8. ÍNDICE GONADOSOMÁTICO.

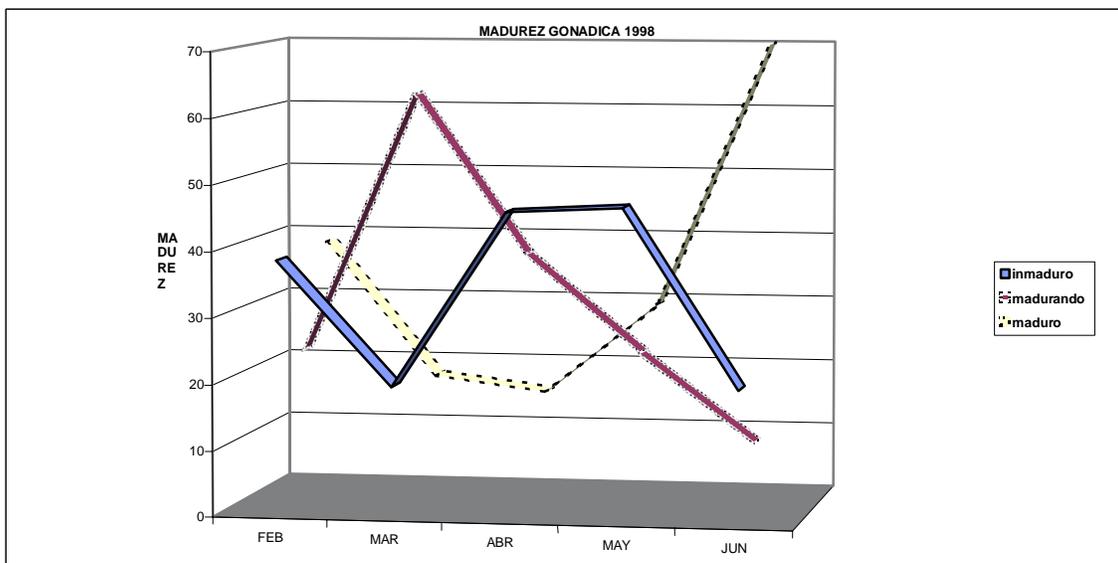
El índice gonadosomático que se obtuvo del análisis realizado en 1997, fue aumentando durante la temporada, de un 2.0 % para febrero hasta un 4.8% en mayo, posterior a este mes se registró un decremento para junio. La proporción de gónadas maduras para las hembras fue en aumento hasta el mes de mayo

En 1998 se realizó el análisis para todo el año, se observó que en los primeros meses el índice presenta un valor bajo, de 3.05% en enero; en tanto que a mitad del año se incrementó hasta alcanzar cifras de 5.85% en junio y 5.50% en agosto, para septiembre es de 2.71%, 2.07% en octubre, durante el mes de noviembre no se pudo realizar este análisis porque no se presentaron los pescadores a capturar organismos debido a las malas condiciones del tiempo.

Gráfica 33. Índice de madurez gonádica calculado en la temporada de captura 1997.



Gráfica 34 Índice de madurez gonádica calculado para la temporada 1998.



6.2.9. PROPORCIÓN DE SEXOS.

De la captura total de escribanos, la muestra para establecer la proporción de sexos fue de 932 para 1997 y 254 organismos en 1998, a los cuales se les realizó el análisis gonádico.

Para 1997 el 54.61 % correspondió a hembras y el 45.38 % a machos, lo cual permite estimar que la proporción sexual que se presenta en los escribanos en cada uno de los meses que abarcó la temporada es de 1.2 hembras por cada macho (1.2H:1M). En el análisis por meses, solo en abril se registró una proporción sexual de 1.8 machos por hembra (1.8M:1H).

Para 1998 el 43.31 % correspondió a individuos hembras y el 56.69 % a machos, lo cual permite estimar que la proporción sexual que se presenta en los escribanos en cada uno de los meses que abarcó la temporada es de 1 hembras por cada 1.6 machos (1H:1.6M). En el análisis por meses, se puede observar que los machos fueron más abundantes que las hembras durante toda la temporada (Tabla 3)

De la captura total de escribanos, la muestra para establecer la proporción de sexos fue de organismos, a los cuales se les realizó el análisis gonádico.

Tabla.-35 Número de *H. brasiliensis* analizados y proporción de sexos durante la temporada 97.

<i>Mes</i>	<i>n</i>	<i>Hembras</i>	<i>%</i>	<i>Machos</i>	<i>%</i>	<i>Relación</i>
febrero	20	9	45.0	11	55.0	1/1.2
marzo	299	156	47.83	143	52.17	1/1
abril	212	138	35	74	65	1.8/1
mayo	311	155	50.27	156	49.83	1/1
junio	90	51	56.67	39	43.33	1.3/1

Tabla 36.- Número de *H. brasiliensis* analizados y proporción de en 1998.

<i>Mes</i>	<i>n</i>	<i>Hembras</i>	<i>%</i>	<i>Machos</i>	<i>%</i>	<i>Relación</i>
Febrero	45	17	37.77	28	62.22	1/1.6
Marzo	120	52	43.33	68	56.66	1/1.3
Abril	31	13	41.93	18	58.06	1/1.3
Mayo	35	17	48.57	18	51.42	1/1.05
Junio	23	11	47.82	12	52.17	1/1.09

6.2.10. HABITO ALIMENTICIO.

De los 933 estómagos analizados, 745 presentaron contenido estomacal y 188 no presentaron contenido alimenticio. El hábito alimenticio que predominó fue el hervívoro (verde), (87.71%), se asume que la dieta básica de los escribanos se compone de vegetación acuática flotante y fauna planctónica, en menores proporciones, los estómagos analizados presentaron otras coloraciones que se

pueden interpretar como hábitos alimenticios, como son el zooplanctónico (café) y el omnívoro (rojo).

Tabla 37 Hábitos alimenticios de los escribanos en el PNIC. Temporada 97.

Meses	Estómagos		Heces		
	Lleno	Vacío	Verde	Café	Rojo
Febrero	14	6	12	2	0
Marzo	210	90	191	19	0
Abril	191	21	157	31	3
Mayo	251	60	214	37	0
Junio	79	11	75	4	0
Totales:	743	188	649	93	3

6.2.11. PARÁSITOS.

Los parásitos que presentaron los escribanos fueron básicamente epibiontes (trematodos e isopodos).

Los trematodos se localizaron en la superficie de la piel, debajo de las escamas presentándose como puntos oscuros observables a simple vista. Durante la temporada se registraron 72 organismos infestados por trematodos, siendo en el mes de marzo en donde se presentó la mayor cantidad de peces parasitados.

En lo que se refiere a los isopodos, se presentaron en 11 organismos, localizándose en el tracto digestivo de los peces, los cuales fueron menos abundantes en relación a los trematodos.

Del total de los organismos parasitados, el 84.7 % correspondió a los trematodos, el 13 % a los isopodos y el 2.3 % restante a parásitos no identificados (Tabla 37)

Tabla 38.- Número de peces parasitados por mes en el PNIC.

MESES	TREMATODOS	ISOPODOS	OTROS
Febrero	4	1	0
Marzo	31	4	1
Abril	11	2	1
Mayo	22	4	0
Junio	4	0	0
Totales	72	11	2
Porcentaje	84.7%	13%	2.3%

Los ectoparásitos encontrados en *H. brasiliensis*, como los isopodos (*Ceratothoa impressa*) y trematodos (no identificados), no les provocan la muerte a los organismos, ya que los escribanos con presencia de isopodos en el tracto

digestivo también presentaban contenidos estomacales, por lo que se deduce que no son perjudiciales para los peces.

Debido a que los trematodos se encontraron enquistados en los peces de diferentes tallas, se puede asumir que todos los escribanos, sin considerar el tamaño del mismo, están sujetos a ser parasitados por trematodos.

6.2.3.DEMOGRAFIA

Los resultados que se presentan en esta sección, han sido generados a partir de los datos de dos años de monitoreo de la población de *H. brasiliensis* en el Norte de Q. Roo. Estos se utilizaron para el Análisis de Poblaciones Virtuales (VPA), contenido en el paquete FISAT (ver análisis pesquero). Este análisis genera número de individuos supuesto para la estructura de tallas determinada para este trabajo. Con base en los números obtenidos para cada clase de tamaño se estimaron las probabilidades de sobrevivir y pasar a la siguiente talla (cédulas de sobrevivencia). El número de huevos que produce en promedio cada hembra, se estimó del conteo directo sobre una fracción de la gónada y extrapolando al peso total del ovario, datos que se utilizaron para el cálculo de las cédulas de fecundidad.

Estimación de la Fecundidad

Para realizar la estimación de la fecundidad se han considerado las relaciones que existen entre el número de huevos por peso de gónada y tres grupos de tallas a partir de la longitud a la que se detectan gónadas maduras. Los grupos corresponden a peces de 15 a 20 cm (adu1), de 20 a 25 cm (adu2) y mayores de 25 cm (adu3). La división se determinó con base en las correlaciones observadas entre la longitud total, peso total, peso de la gónada y el número de huevos estimado (Tabla 39).

Tabla 39.- Correlación de intervalos de Spearman para datos biometricos de *H. brasiliensis* durante las temporadas 97 y 98.

Variables	Coefficiente de correlación	Nivel de Significancia
Longitud - peso	0.69	< 0.0001
Peso – peso gónada	0.47	< 0.0001
Peso – no. de huevos	0.57	< 0.0001
Peso gónada – no. de huevos	0.97	< 0.0001

Se encontraron diferencias significativas en el peso de las gonadas de cada grupo de escribanos adultos ($H = 7.74$, g.l. 2, $p = 0.0209$) y por lo tanto en el número de huevos maduros producidos por cada ovario ($H = 44.4$, g.l. 2, $p < 0.0001$) (Gráfica. 35)

Gráfica 35.- Mediana del peso de las gónadas (a) y del no. de huevos maduros por ovario para H. brasiliensis entre 97 y 98. El diagrama de caja indica la distribución del 50 % de los datos respecto a la mediana.

En el análisis de las gónadas de las hembras, no se observó un patrón definido de crecimiento y producción de ovocitos y tampoco un periodo de desove específico. Se encontraron ovarios maduros todo el año en los tres grupos de tallas analizados. Los picos de desove se registraron en julio, agosto y octubre, las diferencias son significativas ($H = 44.4$, g.l. 2, $p < 0.0001$). Sin embargo, en todos los meses se observaron huevos maduros. Estos picos de reproducción ocurren en los meses más cálidos del año (Gráfica 36).

Gráfica 36.- Proporción de ovarios maduros por mes (a), mediana del peso de las gónadas por mes (b) y no. de huevos producidos por hembra al mes (c) para H. brasiliensis entre 97 y 98. El diagrama de caja indica la distribución del 50 % de los datos respecto a la mediana, las X los valores mínimos y máximos estimados en cada mes.

El número de huevos maduros no vario significativamente entre los distintos años ($H = 3.14$, g.l. 2, $p = 0.2080$). Para este análisis se incluyeron los datos de la temporada de pesca 99 del PNIC (Gráfica 37).

Gráfica 37.- Proporción de ovarios maduros por año (a), mediana del peso de las gónadas por año (b) y no. de huevos producidos por hembra al año (c) para H. brasiliensis entre 97 y 98. El diagrama de caja indica la distribución del 50 % de los datos respecto a la mediana, las X los valores mínimos y máximos estimados en cada año.

A su vez, estos cálculos se han relacionado con el porcentaje de huevos maduros por mes. Esto permite estimar el número de huevos que produce cada clase de tamaño-edad en un año (F_x). Considerando además el número de colonias en cada clase de tamaño-edad se puede estimar el número promedio de huevos que potencialmente puede producir cada escribano en un año (m_x).

Tablas de vida

La estructura de tallas determinada tanto para el análisis pesquero como el demográfico, considero divisiones discretas de un cm considerando los datos de las capturas de 1997 y 98. Con base en el análisis de poblaciones virtuales (VPA) se estimaron las proporciones para cada clase de tamaño. Los números y las proporciones de las tres primeras clases, huevos, alevines y juveniles se determinaron considerando la producción de huevos estimada para cada talla donde se detecto actividad reproductiva bajo los siguientes supuestos: 1) El número de individuos sexualmente maduros estimado a partir del análisis de poblaciones virtuales es la fuente de producción de huevos para los escribanos del

norte de Q. Roo, 2) 100% de fecundidad y 99% de éxito en la eclosión, 3) 99% de mortalidad natural de alevines.

Con una combinación de estos análisis y supuestos se construyó la tabla de vida con base en la cual se hace el cálculo de los parámetros demográficos para los escribanos *H. brasiliensis* durante los años 97 y 98 (Tabla 40 y 41).

TABLA 40.- Tabla de vida con cédulas de sobrevivencia para los escribanos (*H. brasiliensis*) en el Norte de Quintana Roo durante las temporadas 1997 y 1998. Clase = estado de desarrollo y/o clases de tamaño, x = no. de clase, Ax = no. de individuos estimados para cada clase, Lx = proporción de individuos que sobreviven, dx = proporción que mueren, qx = tasa de mortalidad específica, Kx = intensidad de mortalidad.

clases	x	Ax	Lx	dx	qx	Kx
huevos	1	2289370650	1	0.01	0.01	7.99E-09
alevines	2	2266476943	0.99	0.9801	0.99	7.99E-07
juveniles	3	22664769.43	0.0099	0.009225	0.931821	9.13E-06
13-14	4	772648	0.000675	7.88E-05	0.116802	8.63E-06
14-15	5	682401	0.000596	7.28E-05	0.122157	9.74E-06
15-16	6	599041	0.000523	6.72E-05	0.128328	1.11E-05
16-17	7	522167	0.000456	6.32E-05	0.138546	1.27E-05
17-18	8	449823	0.000393	6.9E-05	0.175473	1.52E-05
18-19	9	370891	0.000324	7.48E-05	0.230947	1.95E-05
19-20	10	285235	0.000249	7.54E-05	0.302684	2.74E-05
20-21	11	198899	0.000174	6.11E-05	0.351797	4.11E-05
21-22	12	128927	0.000113	4.37E-05	0.388173	6.48E-05
22-23	13	78881	6.89E-05	2.53E-05	0.367237	9.81E-05
23-24	14	49913	4.36E-05	1.61E-05	0.370364	0.000149
24-25	15	31427	2.75E-05	1.06E-05	0.385083	0.000233
25-26	16	19325	1.69E-05	6.88E-06	0.407296	0.000374
26-27	17	11454	1E-05	4.19E-06	0.418456	0.000609
27-28	18	6661	5.82E-06	3.03E-06	0.520192	0.001196
28-29	19	3196	2.79E-06	1.4E-06	0.502503	0.002204
29-30	20	1590	1.39E-06	8.3E-07	0.597484	0.005002
30-31	21	640	5.59E-07	3.9E-07	0.698438	0.01454
31-32	22	193	1.69E-07	1.69E-07	1	9.97E-10

TABLA 41.- Tabla de vida con cédulas de fecundidad estimadas para los escribanos (*H. brasiliensis*) en el Norte de Quintana Roo durante las temporadas 1997 y 1998. Clase = estado de desarrollo y/o clases de tamaño, x = no. de clase, ax = no. de individuos estimados para cada clase, pi = proporción, Fx = no. de huevos puestos en cada estado, mx = fecundidad individual.

clases	x	ax	Pi	Fx	mx	lxmx	xlxmx
huevos	1	2289370650	1				
alevines	2	2266476943	0.99				
juveniles	3	22664769.43	0.01				
13-14	4	772648	0.03409				
14-15	5	682401	0.883198				
15-16	6	599041	0.877843				
16-17	7	522167	0.871672				
17-18	8	449823	0.861454	5.23E+08	1163.32	0.228573	0.152382
18-19	9	370891	0.824527	4.31E+08	1163.32	0.188464	0.141348
19-20	10	285235	0.769053	3.32E+08	1163.32	0.144939	0.120783
20-21	11	198899	0.697316	3.65E+08	1833.8	0.159319	0.146043
21-22	12	128927	0.648203	2.36E+08	1833.8	0.103271	0.103271
22-23	13	78881	0.611827	1.45E+08	1833.8	0.063184	0.06845
23-24	14	49913	0.632763	91530459	1833.8	0.039981	0.046644
24-25	15	31427	0.629636	69805652	2221.2	0.030491	0.038114
25-26	16	19325	0.614917	42924690	2221.2	0.01875	0.024999
26-27	17	11454	0.592704	25441625	2221.2	0.011113	0.015743
27-28	18	6661	0.581544	14795413	2221.2	0.006463	0.009694
28-29	19	3196	0.479808	7098955	2221.2	0.003101	0.00491
29-30	20	1590	0.497497	3531708	2221.2	0.001543	0.002571
30-31	21	640	0.402516	1421568	2221.2	0.000621	0.001087
31-32	22	193	0.301563	428691.6	2221.2	0.000187	0.000343

Tasas vitales

Las tasas vitales calculadas fueron: la tasa de incremento finito (λ), tasa de incremento instantáneo (r), tasa reproductiva neta (R_0) y el tiempo medio de generación (T_c). Las estimaciones se hicieron con base en la tabla de vida compilada con los datos de las temporadas 97 y 98 (Tabla 42).

En general las estimaciones hechas indican que si las hembras de la población del norte de Q. Roo se reproducen solamente una vez, para los números y tallas actuales la población tiende a disminuir en forma más o menos constante.

TABLA 42.- Parámetros vitales calculados con base en los datos de la tabla de vida generada para *H. Brasiliensis* durante las temporadas 97 y 98 en el norte de Quintana Roo

Tasa de incremento finito (λ)	0.991633	
Tasa de incremento instantáneo (r)	-0.0084	
Tasa reproductiva neta (Ro)	0.992663	
Tiempo medio de generación (Tc)	0.876386	10.51 meses

Crecimiento poblacional

Supuestos del Modelo

La proyección de crecimiento poblacional se realiza con base en un modelo que simula la dinámica de la población en unidades discretas de tiempo. Predice el comportamiento de la trayectoria suponiendo estocasticidad ambiental. Esta es introducida al modelo en forma de cantidades estocásticas caracterizadas por distribuciones estadísticas, promedios y varianzas. La estructura de talla utilizada considera 23 clases, 3 de las cuales suponen estados de desarrollo y 20 clases de tamaño. En el análisis gráfico se consideraron 3 estados de desarrollo de los adultos suponiendo diferencias en fecundidad y sobrevivencia.

Otros supuestos del modelo utilizado son:

- La proporción sexual es 1:1.
- La mitad de las hembras del grupo adu1 son sexualmente maduras.
- Todas las hembras de los grupos adu2 y adu3 son sexualmente maduros.
- No existe un periodo específico de reproducción y al menos cada hembra desova una vez por año.
- La mortalidad de alevines es de 99%

Los parámetros incluidos directamente en el modelo son:

- incrementos de una clase de tamaño a otra, que representan el crecimiento somático de los peces.
- La fecundidad de las clases a partir de los 17 cm, diferenciada en tres grupos de tallas adu1 (15 a 20 cm), adu2 (20-25 cm) y adu3 (> 25 cm).

Los valores de incremento y fecundidad y sus variaciones por clase se resumen en la matriz generada para los escribanos del norte de Q. Roo durante la temporada 97 y 98. (Tabla 43)

6.3 PROYECCIÓN POBLACIONAL

Considerando que todos los individuos de *H. brasiliensis* en el norte de la península forman una sola población, integrada en sus procesos demográficos en espacio y tiempo, el modelo considera las posibilidades de transición de una clase a otra promediando las estimaciones de cada año. En una proyección de este tipo la solución de la matriz, el eigenvalor o raíz latente dominante es igual a 0.99163. Esto quiere decir que el número de individuos de la población tendería a decrementarse con el tiempo, si se mantienen los valores de los parámetros entre los intervalos estimados para estos dos años (Gráfica 37).

Gráfica 37 Proyección de crecimiento poblacional de la población de H. brasiliensis para el norte de Q. Roo. a) proyección a 50 eventos reproductivos, b) a 150 eventos.

Analizando a la población por grupos, se observa que todas oscilan, decrementando e incrementando, pero con una tendencia general a disminuir el número de individuos. También se observa que durante la proyección, las proporciones de la composición poblacional están desfasadas y varían por unidad de tiempo. Esto significa que en algunas ocasiones la mayor parte de la población estará representada por uno o dos grupos preferentemente (Gráfica 38).

Gráfica 38.- Proyección de crecimiento poblacional de *H. brasiliensis* por grupos o estados de desarrollo. a) grupo de juveniles y adultos 1, b) grupos de adultos 2 y 3. En todos los casos la proyección es para 50 eventos reproductivos.

Análisis de elasticidad

El análisis de elasticidad muestra que para la población de escribano, el reclutamiento (fecundidad) contribuye con menos del 9 % a la estimación de la tasa de crecimiento poblacional. El componente más importante para la estimación de λ es la sobrevivencia particularmente en las primeras clases de talla, es decir juveniles y adultos del grupo 1 (Tabla 44).

DISCUSION

Los métodos matemáticos para proyecciones poblacionales han sido muy utilizados en las últimas décadas. Los más flexibles y poderosos están basados en modelos de poblaciones con estructura de estados (Manly, 1990). En estas, se pueden representar clasificaciones de categorías de desarrollo, o tamaños, o edades, o tamaños y edades, o cualquier división discreta de la población. Las variables ambientales son modeladas como cantidades específicas que varían de acuerdo a distribuciones estadísticas, tendencia promedio, varianza y autocorrelación (Ferson, 1991).

Con los patrones de sobrevivencia y fecundidad obtenidos de una tabla de vida, es posible el cálculo de parámetros de crecimiento poblacional. El modelo determinístico de Leslie, predice la estructura de edades de una población después de un periodo de tiempo dado, considerando la estructura de edades presente y una matriz cuyos elementos representan la mortalidad y fecundidad específica para cada clase de edad (Usher, 1972).

Aunque se pueden construir una gran variedad de modelos matriciales, en un modelo variante de tiempo las tasa vitales de la población cambian de un periodo a otro. Consecuentemente, la población puede no converger a la estructura estable de tamaños o edades y también es posible encontrar oscilaciones en la estructura de talla, así como la posible extinción de la población. Sin embargo, este tipo de modelos puede ser utilizado para entender los componentes de la fluctuación de la población a través del tiempo, sí la variación temporal en las fluctuaciones de las tasas vitales están autocorrelacionadas (Gotelli, 1991).

Por esta razón, las probabilidades de transición que se usan en modelos matriciales de proyección de estados, pueden reflejar efectos históricos de las poblaciones, si el muestreo incluye

diferentes tipos demográficos dentro de cada estado. Una evaluación de la contribución relativa de las tasa vitales (para los escribanos sobrevivencia y fecundidad) para el crecimiento poblacional, permite valorar la respuesta de la población a determinado juego de condiciones a las que ha estado sometida. Aunque la historia de vida de la especie no cambia (en tiempo ecológico), las variaciones en las contribuciones de una tasa y otra, reflejan la severidad de las perturbaciones y la disponibilidad de recursos del hábitat donde se ha desarrollado la población, y que como efectos históricos, determinan el valor de λ .

En este trabajo la población de *H. brasiliensis* de las distintas zonas muestreadas, ha estado sometida a diferentes condiciones ambientales que prevalecieron durante los años de 1997 (año del evento climático del NIÑO) y 1998 (la NIÑA). Esto se seguramente se reflejó en el valor de λ y en la importancia relativa de las diferentes tasas vitales. Varios autores han señalado la sensibilidad de la adecuación a cambios en el valor de una característica de historia de vida como la “presión de selección” sobre el rasgo (Emlen, 1984). De esta manera, existe una correlación positiva entre el rasgo y la adecuación, donde la selección puede dirigir un incremento en la característica y viceversa (Caswell, 1985).

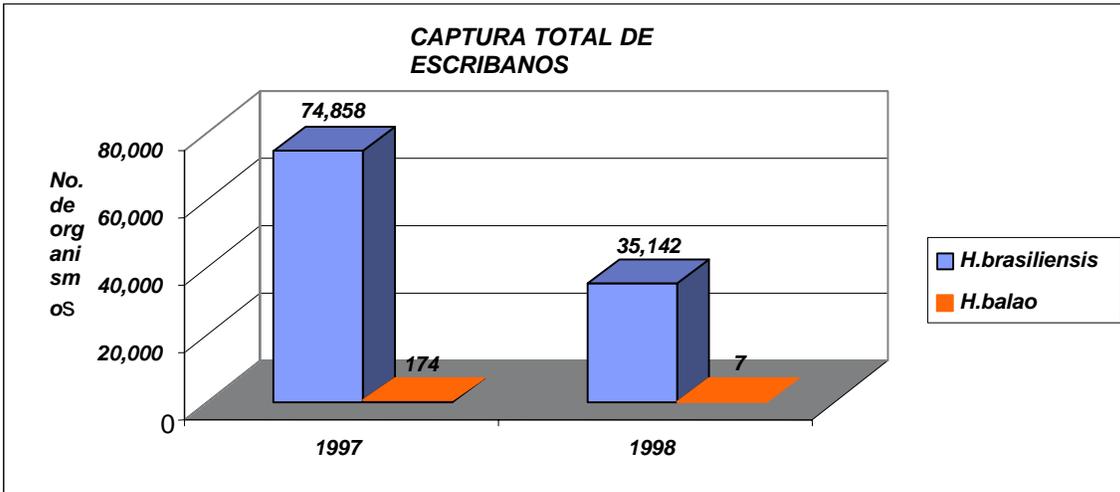
Una perturbación se refiere a aquellos factores físicos o biológicos que crean espacios o hacen disponibles los recursos para nuevos reclutas, a través de la remoción de individuos preexistentes (Connell, 1978). Es considerada como una fuente adicional de mortalidad denso-independiente por encima y aparte de los recursos específicos para cada especie, con el resultado de que la mortalidad absoluta es proporcional a su abundancia local (Sebens y Thorne, 1985; Hughes, 1986). La asignación de recursos hacia la reproducción sexual y el crecimiento puede ser mediada de acuerdo a las circunstancias. El deterioro ambiental que amenace la sobrevivencia de los individuos puede estimular un incremento en la asignación de recursos hacia la reproducción sexual, mientras que un aporte de alimento pobre puede reasignar los recursos al crecimiento y dispersión de la población hacia nuevas áreas (Sebens y Thorne, 1985; Harper, 1985).

Este estudio sugiere que las perturbaciones climáticas generadas por el NIÑO y la NIÑA, amenazaron la sobrevivencia de los escribanos y son las principales causas del decremento poblacional observado y estimado. Además, la intensidad de la captura bajo estas condiciones ha aumentado la tasa de mortalidad total de la población provocando su inestabilidad y una tendencia relativamente baja hacia su extinción a largo plazo. Sin embargo, se debe considerar que estos eventos no son permanentes y por lo tanto es posible esperar que la población regrese a sus patrones migratorios promedio, lo que hace muy importante seguir con el monitoreo de esta población.

6.4. CAPTURA, ESFUERZO Y CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO

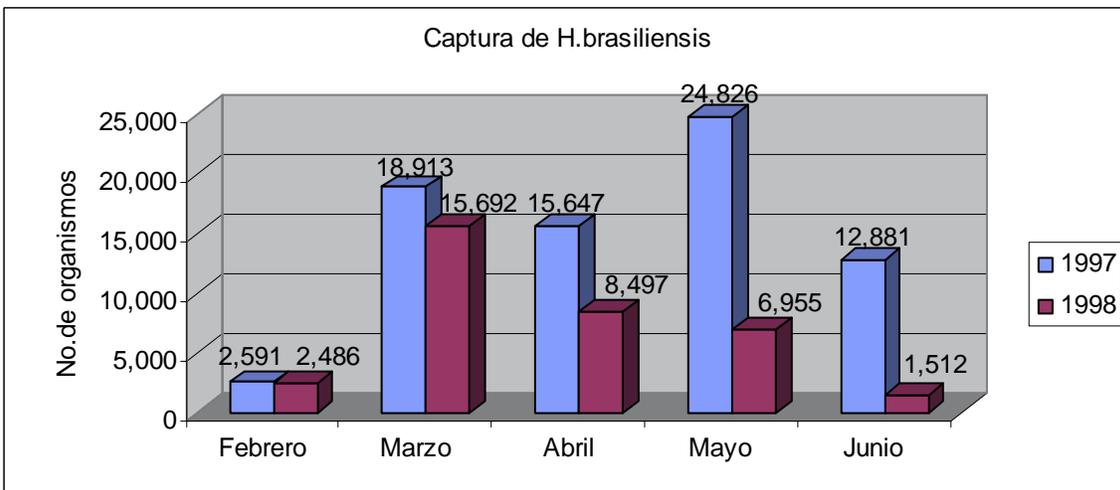
Volumen total capturado.

La captura total de *Hemiramphus brasiliensis*, durante la temporada de 1997, fue de 74,858. organismos, mientras que para *H. balao* fue de 174 organismos, en la siguiente temporada, en 1998, la captura total para *Hemiramphus brasiliensis* fue de 35,142. organismos y para *H. balao* fue de solo 7 organismos (Gráfica 39). Debido a la dominancia de *H. brasiliensis*, el análisis de captura de escribano se realizó solo para esta especie.



Gráfica39.- Captura total por especies de escribano, en el P.N.I.C, durante 1997 y 1998

Los registros mensuales de la captura total de escribano *Hemiramphus brasiliensis*, durante 1997, nos muestra que, fueron siempre mayores que los correspondientes para 1998 y que son tres los meses de mayor captura: de marzo a mayo. El máximo de captura para 1997 se obtiene en mayo, casi al finalizar la temporada de pesca, mientras en 1998 este valor se presenta en marzo, un mes después de comenzada la temporada. (ver Gráfica 40).

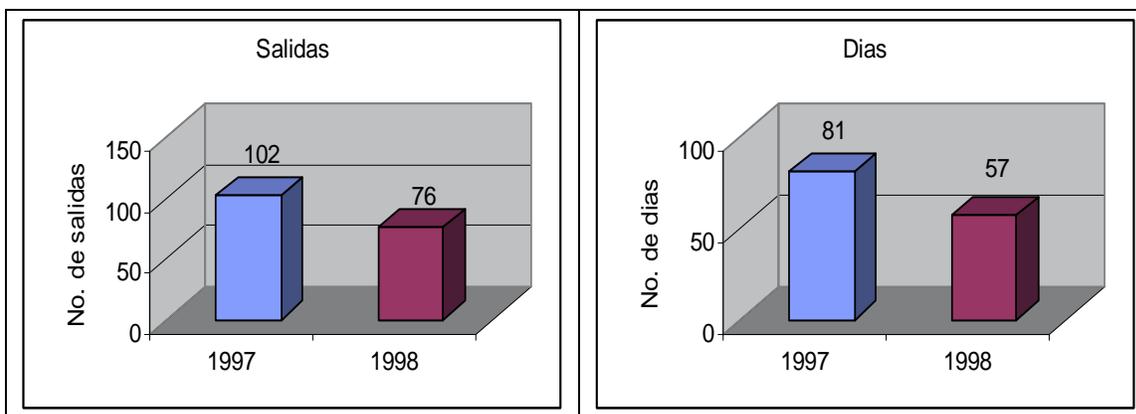


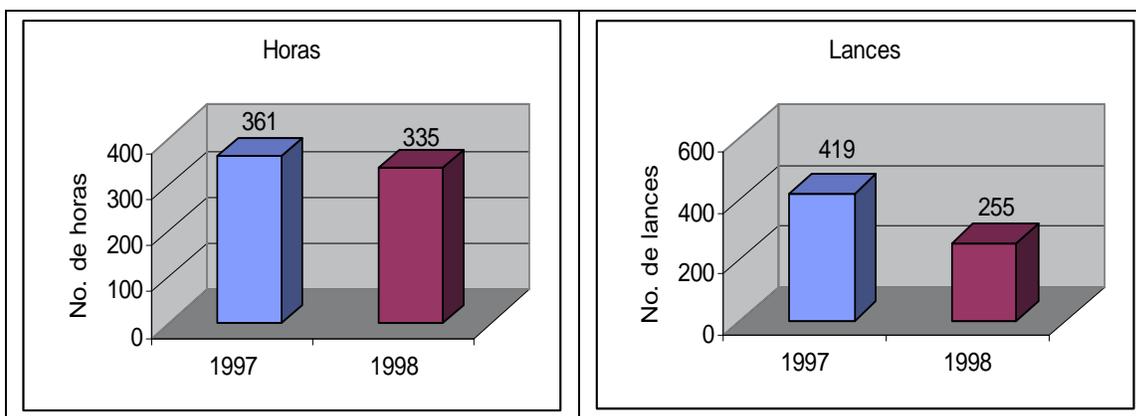
Gráfica 40.-Captura total por mes, de *Hemiramphus brasiliensis*, en el P.N.I.C. durante 1997 y 1998

6.5. ESFUERZO PESQUERO.

Durante 1997, se efectuaron 102 salidas para capturar escribano, las cuales se distribuyeron en 81 días, invirtiendo 361 horas y se realizaron 419 lances. Para 1998 se efectuaron 76 salidas, distribuidas en 57 días, se invirtieron 355 horas y se realizaron 255 lances. Se puede notar que durante 1997, se dedicó un mayor esfuerzo para la pesca de escribano que durante 1998 (Gráficas 41 y 42).

Aunque la diferencia de captura en 1997 (74,858 organismos) respecto a la de 1998 (35,142 organismos) podría atribuirse a que en el primer año se realizó un mayor esfuerzo pesquero, al calcular la CPUE para ambos años y para cada unidad de esfuerzo (salidas, días, horas y lances) la diferencia entre las dos temporadas. sigue indicando que en 1997 hubo una mayor captura por unidad de esfuerzo que en 1998.





Gráfica 41 Esfuerzo pesquero en el P.N.I.C., considerando las salidas, días, horas y lances dedicados durante 1997 y 1998 para capturar escribano *Hemiramphus brasiliensis*.

Gráfica 42.- C.P.U.E.(por salidas, días, horas y lances) en el P.N.I.C., durante 1997 y 1998 para capturar escribano *Hemiramphus brasiliensis*.

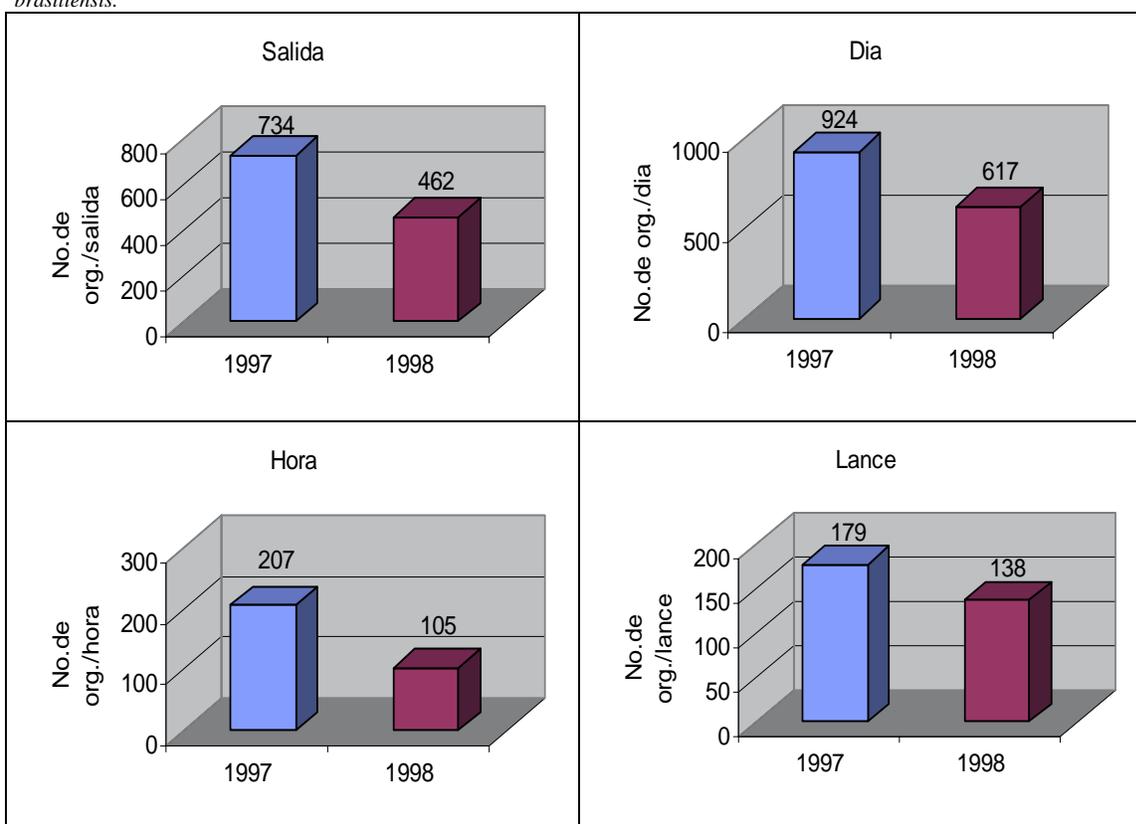


Tabla 45.- Esfuerzo pesquero y CPUE realizado para la captura de *Hemiramphus brasiliensis*, en el P.N.I.C. durante 1997 y 1998

CAPTURA DE <i>Hemiramphus brasiliensis</i>				
	Esfuerzo Pesquero		C.P.U.E.	
	1997	1998	1997	1998
Salidas	102	76	734	462
Días	81	57	924	617
Horas	361	329	207	107
Lances	419	255	179	138

Captura por zona

La captura total en el Parque Nacional Isla Contoy (P.N.I.C.), se dividió en tres zonas, la norte incluye desde el límite norte del parque, hasta la porción final de la Laguna Pajarera Norte. La zona centro comienza desde la porción final de la Laguna Pajarera Norte y termina en la parte sur de la boca de la Laguna de Puerto Viejo. Finalmente la parte sur abarca desde la parte sur de la boca de la Laguna de Puerto Viejo, hasta el límite sur del parque.

La captura total por zonas nos muestra que, en ambas temporadas, la zona sur es donde se capturó el mayor volumen de escribano, y éste disminuyó hacia la zona norte. (figura 43). Sin embargo, a lo largo de la temporada, la zona sur no parece ser la zona con mayor captura, en 1997 de marzo a mayo la captura por zona es muy similar en las tres zonas e incluso en mayo, la zona centro, supera claramente a la zona sur. Para 1998, solo en febrero y mayo, la zona sur supera al resto de las zonas como área de mayor captura, y es en mayo cuando, en la zona sur, se presenta un incremento importante en el volumen capturado de *Hemiramphus brasiliensis* (figura 44).

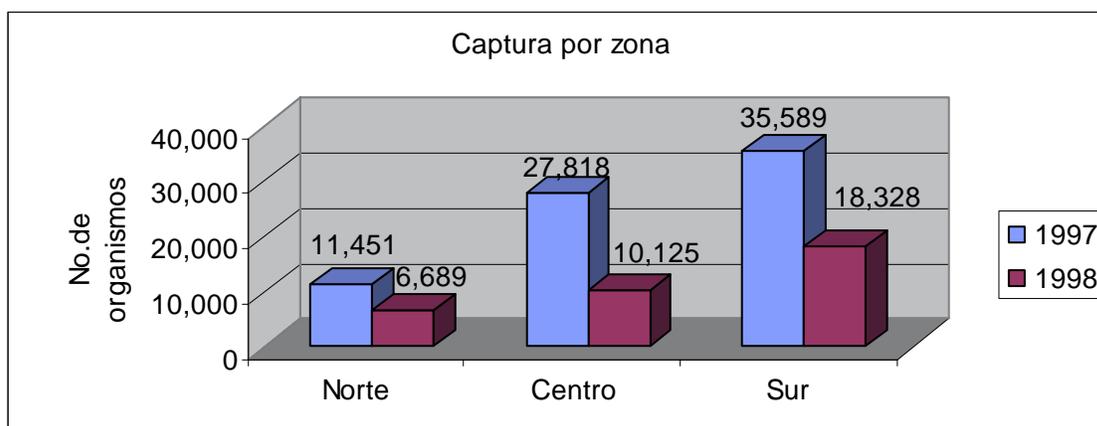


Figura 43.- Captura por zona, de *Hemiramphus brasiliensis* en el P.N.I.C, durante las temporadas de 1997 y 1998.

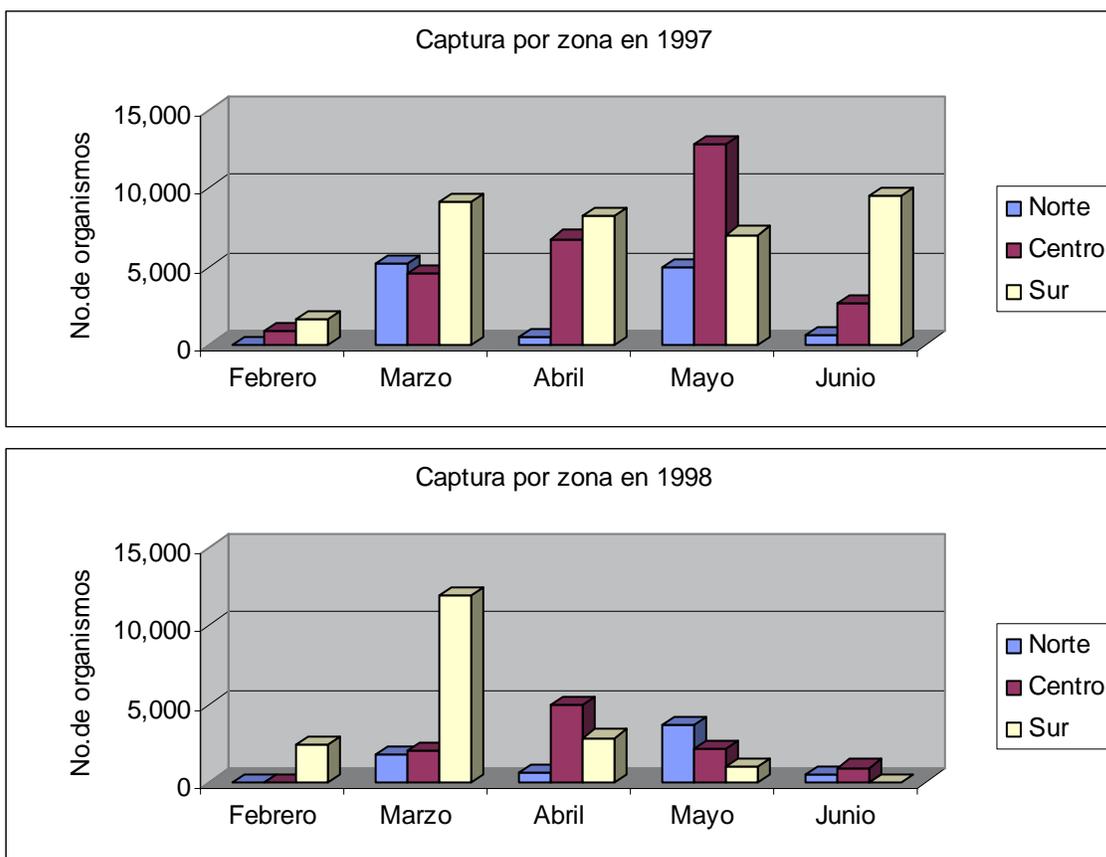


Figura 44.- Captura total por zona y año de *Hemiramphus brasiliensis* en el P.N.I.C.

6.6. FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO.

La fauna de acompañamiento en la captura de *Hemiramphus brasiliensis*, constituye un porcentaje muy bajo en relación al volumen de escribano, en 1997 no llega a constituir el 5 % del total y en 1998 es de aproximadamente del 15 % (gráfica 45). La composición de la fauna de acompañamiento consiste principalmente de tres grupos de peces, que se agruparon en tres familias : **ostraciidae** (toritos), **belonidae** (agujas) y los **clupeidos** y **engraulidae** (sardinias), y es este último grupo el que se captura de mas abundantemente en la fauna de acompañamiento.(gráfica 46).

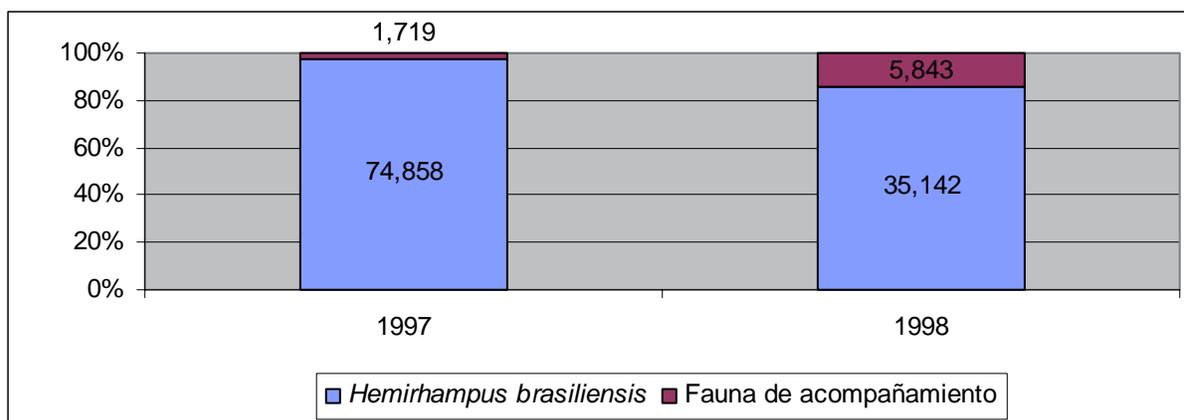


Figura 45.- Fauna de acompañamiento en la pesquería de Hemiramphus brasiliensis en el P.N.I.C., temporadas 1997 y 1998.

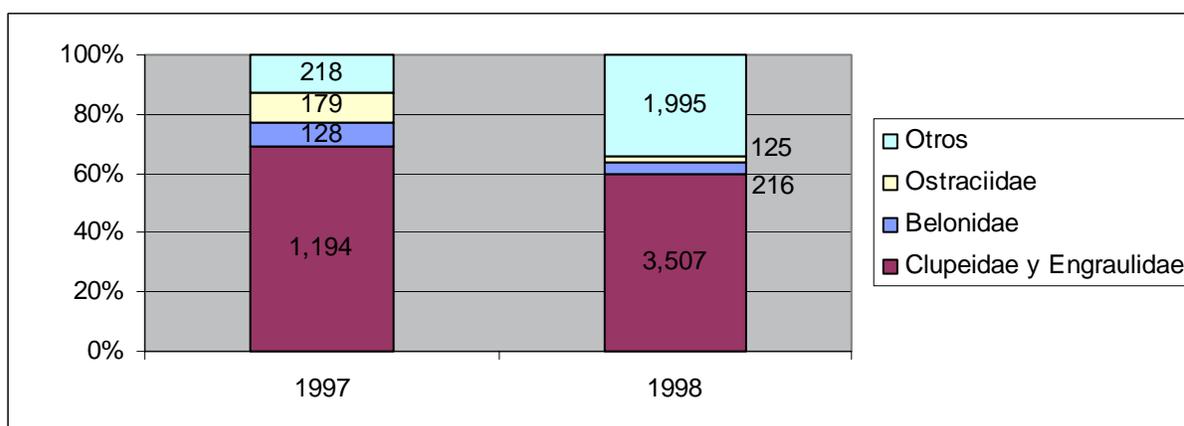


Figura 46.- Composición de la fauna de acompañamiento en la pesquería de Hemiramphus brasiliensis en el P.N.I.C., temporadas 1997 y 1998.

7. DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos del análisis final se comparan con los obtenidos en temporadas anteriores.

Los valores de **b** en la relación peso longitud difieren en cada uno de los trabajos consultados debido a factores biológicos y ambientales así como al modelo empleado para la temporada 1997 y al número de muestras tomadas. Sin embargo la constante **b** muestra un valor cercano a **3** lo cual representa que los organismos presentan un crecimiento de tipo isométrico, la razón es que la talla $3s$ una magnitud lineal, mientras que en el caso del peso, a densidad constante, es proporcional, a su vez, al cubo de la talla ($V = L^3$). Esto resulta cuando el cuerpo del individuo al crecer no cambia de forma, es decir el crecimiento es isométrico, en caso de que el crecimiento de las dimensiones de la talla y peso fuera alométrico **b** la desviación del valor de 3 sería grande (Pereiro 1982, Mexicano 1986).

Relación Peso-Longitud

Temporada	Modelo	a	b	Autor	Sexo
1974	$W=aL^b$	2.632×10^6	3.2064	Bekerly	ambos
1997	$W=e^{a+bL}$	1.480	0.133	Caamal	ambos
1998	$W=aL^b$	0.012	2.89	Mariano	ambos
Análisis final	$W=aL^b$	0.012	2.89		ambos

1. Parámetros de crecimiento

Los parámetros de crecimiento difieren de una especie a otra, pero también pueden variar de una población a otra dentro de una misma especie, es decir, los parámetros de crecimiento de una especie pueden tener diferentes valores en las diferentes etapas de su vida. También sucesivas cohortes pueden crecer de forma diferente según las condiciones ambientales, sin mencionar que el sexo es determinante en estos valores. (Sparre 1995).

En los peces, al igual, que en todos los seres vivos, el tamaño del cuerpo está estrechamente relacionado con la edad, este cambio o aumento de tamaño no es constante a lo largo de la vida del pez. El crecimiento en longitud describe normalmente una curva de tipo exponencial, es decir el crecimiento al principio suele ser muy rápido y se va haciendo más lento a medida que aumenta la edad y a medida que éste alcanza su longitud máxima la curva se asintotiza.

De los tres parámetros que se emplean en la ecuación de Von Bertalanffy, **k** cobra gran importancia porque de su valor va a depender en gran medida la estrategia de pesca más conveniente que debemos aplicar a las cohortes de nuestro stock, cuanto más elevado sea el valor de **k**, es decir se acerque a 1, el organismo presentará una tasa de crecimiento elevada, su talla máxima o asintótica la alcanzarán en los primeros años de vida, en cambio cuando los valores de **k** se alejan del valor de uno (p. Ej. .3, .2, .1) la tasa de crecimiento será lenta y su biomasa máxima y longitud asintótica se alcanzará en edades mayores, esto depende también de los valores de mortalidad natural.

Los valores obtenidos para **k**, para las temporadas 97 y 98, con los métodos ELEFAN y SLCA, se muestran a continuación:

METODO SLCA

Temporada	L_{∞}	K	L_{max}
1997	33.49	0.16	
1998	43.43	.29	

METODO ELEFAN

Temporada	L_{∞}	K	L_{max}
1998	36.68	.33	
Análisis final 97-98	34.46	.3	32

Los valores encontrados no se pueden comparar con datos bibliográficos para la misma especie sin embargo entran dentro del marco de las características de los

peces tropicales, los cuáles en su mayoría tienen tasas de crecimiento acelerado, para 1997 se calculó mediante el método SLCA el valor de k : 0.16, este valor es bajo y produce una curva de crecimiento lento, este resultado puede deberse a errores de muestreo y determinación del valor.

L_{∞} se interpreta como la talla media del pez más viejo, por lo regular este valor se encuentra cercano a la talla máxima encontrada en los muestreos (González Cano) Los valores obtenidos para *Hemiramphus brasiliensis* en la zona de estudio son diferentes a las reportadas por Berkeley en 1974 en Florida 23.00cm, Caamal en 1996 reporta para la zona de Contoy una longitud máxima de 20.6 cm, estos valores son los promedios más altos por mes durante la temporada de captura, al aplicar los modelos de predicción de la longitud máxima incluidos en el programa FISAT los valores obtenidos de **L_{max}** fue de 32.49 cm, el L_{∞} obtenido fue de 34.36cm, es mayor al valor máximo encontrado en los muestreos.

Al aplicar los valores de k y L_{∞} en la ecuación de Von Bertalanffy y desarrollar la curva de crecimiento observamos que el crecimiento de estos organismos se ajusta al de las especies de aguas tropicales, alcanzan la longitud máxima en los primeros dos años de vida, el crecimiento es acelerado en los primeros meses de vida para después disminuir la tasa de crecimiento corporal.

2. Frecuencias de tallas

El método empleado (Bhattacharya 1967), resultó útil para dividir las distribuciones compuestas en sus correspondientes distribuciones normales, cuando una misma muestra de peces incluye varios grupos de edad o cohortes, cada una de las distribuciones normales encontradas en las muestras tomadas de las capturas correspondería a un grupo de edad o cohorte.

Las modas de los grupos de tallas encontrados se encuentran en el rango de 18 cm a 30 cm de longitud (la longitud máxima observada es de 32 cm y la máxima calculada de 32.49 cm y el L_{∞} es de 34.46 cm).

A los valores obtenidos se les aplicó una prueba de χ^2 , de esta manera podemos estimar si los valores que arroja el método de Bhattacharya para cada una de las distribuciones normales que se encontraron representan a las frecuencias de tallas obtenidas en los muestreos, es decir si se ajusta a los datos originales, también se comprobó si los resultados son razonables calculando el “índice de separación” entre las modas de una misma muestra.

Se encontró que solo 5 de las muestras analizadas presentan diferencias significativas entre los grupos de modas (distribuciones normales).

Es decir que solo en estas muestras se encuentran presentes organismos de diferentes cohortes o grupos de edad, al analizar las tablas de valores obtenidos, se observa que la diferencia entre algunos grupos encontrados no es mayor a 2cm de longitud entre una moda y otra. Este sesgo en los datos se debe a la selección del arte de pesca y al reclutamiento, es decir, solo se encuentra representado en las capturas unos pocos grupos de edad debido a que los peces muy pequeños no están representados en las muestras de frecuencias, ya sea porque escapan a través de las mallas o porque no se distribuyen en las zonas de captura del Norte

de Quintana Roo, o en el polígono marino del Parque Nacional Isla Contoy, el escribano *Hemiramphus brasiliensis* es una especie migratoria (Bekerley 1978, Caamal 1996, Mariano 1997).

Sparre 1995 menciona que en las especies migratorias, al aplicar los métodos de análisis mediante frecuencias de tallas se observan fuentes de sesgo debido a la falta de componentes, ya que las cohortes no estaban presentes en el área donde se toman las muestras.

En este caso la ausencia de individuos jóvenes en las muestras obtenidas se debe a que el arte de pesca que se emplea en la captura tiene una abertura de malla que facilita la salida de individuos pequeños.

Este arte de pesca está diseñado para capturar individuos que presentan la talla que es considerada óptima para utilizarse como carnada en la pesca deportiva.

3. Mortalidad Z, M, F y E

Para poder definir los cambios que sufre el tamaño de una población de peces se necesita seguir los procesos de mortalidad de la cohorte, la cuál está compuesta por la mortalidad provocada por la pesca (**F**), y la mortalidad natural (**M**) que comprende las muertes por depredación, enfermedad y por edad avanzada. Los coeficientes de mortalidad varían de acuerdo a la edad de la cohorte, los peces más pequeños están expuestos a un coeficiente de mortalidad natural elevado debido a factores de depredación, pero en cambio están sujetos a un coeficiente de mortalidad por pesca bajo, debido a estos factores:

1. No se encuentran presentes en las zonas de captura
2. Escapan con facilidad a los artes de pesca.

Temporada	Z	M	F	E
1997	0.41			
1998	0.27			
Análisis final 97-98	1.61	0.78	0.83	0.51

Los coeficientes de mortalidad también están determinados por el tipo de crecimiento que presenta la fracción del stock analizada (k), es decir que un pez que alcanza su L (rápidamente en los primeros años de vida (un valor de k elevado) es probable que tenga un coeficiente de M elevado (Mexicano 1996). Sparre 1995, menciona que las especies ícticas con un valor de k alto tienen un valor de M alto, y las especies con un valor de k bajo tendrán un coeficiente de M bajo. Una especie de crecimiento lento no puede soportar una mortalidad natural alta, pues se extinguiría rápidamente. La mortalidad natural también está relacionada con L y con W ya que los peces grandes tienen menos depredadores que los pequeños.

Rikhter y Efanov (1976), demostraron que los peces con una mortalidad natural alta maduran precozmente, compensando así la M alta con un inicio temprano de la fase reproductiva. Gunderson y Dygert (1988) descubrieron una relación entre M y la razón de peso de las gónadas al peso somático. Esto resulta razonable, porque los peces pueden compensar una mortalidad alta produciendo más huevos.

La mayoría de los procesos biológicos son más rápidos en las zonas tropicales (debido a la temperatura ambiental) y se podría llegar a pensar en que existe una

relación entre la mortalidad natural y la temperatura ambiental, Pauly (1984) describe la M como una función de L , k y T °C.

Al realizar las estimaciones de la mortalidad natural se obtuvieron valores del coeficiente de mortalidad natural elevados (0.78), sin embargo no existen registros bibliográficos para *Hemiramphus brasiliensis* de estos valores por lo que no se puede realizar alguna comparación, el coeficiente de mortalidad por pesca también es elevado (0.83), mayor aún que el valor de mortalidad natural. Estos valores nos indican que la mayor causa de muerte en la población de escribano estudiada es la pesca y en menor grado la mortalidad natural.

La relación entre el coeficiente de M y el de F es el coeficiente de explotación E (0.51, este valor nos dice que el valor de mortalidad total el 51% corresponde a la pesca, siendo el punto de rendimiento óptimo .5, el valor obtenido de E nos indica que el recurso está ligeramente sobreexplotado, tomando en consideración los criterios utilizados en el análisis de la pesca de canané *Ocyurus chrysurus* en el litoral de Yucatán (Mexicano 1986).

A partir de esto podemos deducir que la pesca actúa determinadamente como un factor que ocasiona que las clases anuales disminuyan más rápidamente, disminuyendo también la población que resulta de sumar a los sobrevivientes de cada una de las clases anuales existentes. Mientras que la mortalidad natural puede considerarse como un factor constante que afecta por igual y en forma permanente a todos los peces, mientras que la mortalidad por pesca no puede ser considerada como una constante ya que está sujeta a gran número de factores humanos, en el caso del escribano, los principales factores son la demanda en el mercado (número de organismos y tallas preferenciales), torneos de pesca (número de embarcaciones y lugares donde se realiza el torneo) etc.

Curva de captura

Una curva de captura convertida a tallas es una representación gráfica del logaritmo del número de peces capturados con respecto a las correspondientes edades. Este modelo utiliza la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy para convertir las tallas en edades, así dado un conjunto de frecuencias de tallas y los parámetros de crecimiento k y L (se puede obtener una estimación de Z ó b con signo negativo). Al analizar la gráfica 31 encontramos que los puntos con que forman la parte ascendente de la curva representan a peces que no se han reclutado en la pesquería. Por lo general al realizar la regresión se descartan los puntos a la izquierda de la curva.

Los valores obtenidos de la regresión concuerdan con el valor obtenido de Z mediante el modelo de Pauly. Sin embargo Sparre 1995 señala que con este modelo la aproximación al valor real es muy gruesa, debido al sesgo que se origina de la estimación de Z en especies de vida corta, las cuáles están expuestas a fuertes fluctuaciones estacionales debido a cambios en el ambiente.

El modelo empleado incluye un factor de corrección, de modo que el valor obtenido de Z se suaviza.

Probabilidades de captura

La gráfica 32 nos muestra en el eje vertical derecho el porcentaje de escribanos *H. brasiliensis* que pueden ser capturados por la red de enmalle que es utilizada por los pescadores del norte de Quintana Roo, donde $L_{50\%} = 18.77$ es la talla en que un 50% es retenido y menos del 50% de los organismos escapa, siendo a partir de $L_{75\%}$ donde todos los organismos son retenidos (rango de talla totalmente explotado.).

Al comparar las longitudes obtenidas con la curva de captura encontramos similitudes con las tallas encontradas en los muestreos realizados, la curva alcanza el valor de 1 (plena explotación) (Sparre 1995) podemos tomar que la curva de selección calculada se acerca a la curva de selección real.

Análisis de Población Virtual

El análisis de la población virtual (APV) proporciona un método para estimar en una población el número de individuos de cada edad y por lo tanto la mortalidad por pesca en cada edad. (Gulland 1992). Este método usa datos históricos, la manera en que trabaja este método es analizando lo “que se puede ver”, en este caso la captura, de modo que se puede calcular la población que existía en la zona durante el período de estudio.

Las capturas totales de una cohorte a través de su vida dan una primera estimación sobre el número de reclutas de esa cohorte. Sin embargo a través de este proceso se obtendría una subestimación, ya que algunos peces tienen que haber muerto por causas naturales. Disponiendo de una estimación de M se puede realizar el cálculo retrospectivo y determinar cuántos peces de la cohorte sobreviven año con año y, por último, cuántos reclutas habían. Al mismo tiempo, se pueden establecer los valores del coeficiente de mortalidad por pesca F , porque se ha calculado el número de peces vivos y se sabe cuántos de ellos fueron capturados en un determinado período de captura.

El APV considera a las poblaciones desde una “perspectiva histórica” ya que resulta sencillo predecir los futuros niveles de captura, al analizar los datos históricos se determina los parámetros de la población, el llamado patrón de captura o la serie de F por edades que a largo plazo da el rendimiento más alto del stock que se estudia

No existe referencia bibliográfica en la que se pueda sustentar una comparación entre el APV realizado con las muestras obtenidas, es interesante resaltar que el modelo arroja el número de organismos que es susceptible de capturar en la zona Norte de Quintana Roo por intervalo de talla así como el volumen en toneladas que podría aportar cada grupo de talla, así como la mortalidad por pesca F , este análisis se puede continuar utilizando modelos predictivos del APV como la modificación que propone Thompson y Bell (1934), este modelo puede predecir los efectos de los cambios en el esfuerzo de pesca sobre los rendimientos futuros

Demografía

Los métodos matemáticos para proyecciones poblacionales han sido muy utilizados en las últimas décadas. Los más flexibles y poderosos están basados en

modelos de poblaciones con estructura de estados (Manly, 1990). En estas, se pueden representar clasificaciones de categorías de desarrollo, o tamaños, o edades, o tamaños y edades, o cualquier división discreta de la población. Las variables ambientales son modeladas como cantidades específicas que varían de acuerdo a distribuciones estadísticas, tendencia promedio, varianza y autocorrelación (Ferson, 1991).

Con los patrones de sobrevivencia y fecundidad obtenidos de una tabla de vida, es posible el cálculo de parámetros de crecimiento poblacional. El modelo determinístico de Leslie, predice la estructura de edades de una población después de un periodo de tiempo dado, considerando la estructura de edades presente y una matriz cuyos elementos representan la mortalidad y fecundidad específica para cada clase de edad (Usher, 1972).

Aunque se pueden construir una gran variedad de modelos matriciales, en un modelo variante de tiempo las tasa vitales de la población cambian de un periodo a otro. Consecuentemente, la población puede no converger a la estructura estable de tamaños o edades y también es posible encontrar oscilaciones en la estructura de talla, así como la posible extinción de la población. Sin embargo, este tipo de modelos puede ser utilizado para entender los componentes de la fluctuación de la población a través del tiempo, sí la variación temporal en las fluctuaciones de las tasas vitales están autocorrelacionadas (Gotelli, 1991).

Por esta razón, las probabilidades de transición que se usan en modelos matriciales de proyección de estados, pueden reflejar efectos históricos de las poblaciones, si el muestreo incluye diferentes tipos demográficos dentro de cada estado. Una evaluación de la contribución relativa de las tasa vitales (para los escribanos sobrevivencia y fecundidad) para el crecimiento poblacional, permite valorar la respuesta de la población a determinado juego de condiciones a las que ha estado sometida. Aunque la historia de vida de la especie no cambia (en tiempo ecológico), las variaciones en las contribuciones de una tasa y otra, reflejan la severidad de las perturbaciones y la disponibilidad de recursos del hábitat donde se ha desarrollado la población, y que como efectos históricos, determinan el valor de λ .

En este trabajo la población de *H. brasiliensis* de las distintas zonas muestreadas, ha estado sometida a diferentes condiciones ambientales que prevalecieron durante los años de 1997 (año del evento climático del NIÑO) y 1998 (la NIÑA). Esto seguramente se reflejó en el valor de λ y en la importancia relativa de las diferentes tasas vitales. Varios autores han señalado la sensibilidad de la adecuación a cambios en el valor de una característica de historia de vida como la “presión de selección” sobre el rasgo (Emlen, 1984). De esta manera, existe una correlación positiva entre el rasgo y la adecuación, donde la selección puede dirigir un incremento en la característica y viceversa (Caswell, 1985).

Una perturbación se refiere a aquellos factores físicos o biológicos que crean espacios o hacen disponibles los recursos para nuevos reclutas, a través de la remoción de individuos preexistentes (Connell, 1978). Es considerada como una

fuentes adicionales de mortalidad densidad-independiente por encima y aparte de los recursos específicos para cada especie, con el resultado de que la mortalidad absoluta es proporcional a su abundancia local (Sebens y Thorne, 1985; Hughes, 1986). La asignación de recursos hacia la reproducción sexual y el crecimiento puede ser mediada de acuerdo a las circunstancias. El deterioro ambiental que amenace la sobrevivencia de los individuos puede estimular un incremento en la asignación de recursos hacia la reproducción sexual, mientras que un aporte de alimento pobre puede reasignar los recursos al crecimiento y dispersión de la población hacia nuevas áreas (Sebens y Thorne, 1985; Harper, 1985).

Este estudio sugiere que las perturbaciones climáticas generadas por el NIÑO y la NIÑA, amenazaron la sobrevivencia de los escribanos y son las principales causas del decremento poblacional observado y estimado. Además, la intensidad de la captura bajo estas condiciones ha aumentado la tasa de mortalidad total de la población provocando su inestabilidad y una tendencia relativamente baja hacia su extinción a largo plazo. Sin embargo, se debe considerar que estos eventos no son permanentes y por lo tanto es posible esperar que la población regrese a sus patrones migratorios promedio, lo que hace muy importante seguir con el monitoreo de esta población.

8. RECOMENDACIONES

- Es necesario continuar con el monitoreo de las poblaciones de *Hemiramphus brasiliensis*. Esto permitirá mejorar el análisis pesquero y el demográfico.
- En el período de estudio los eventos climáticos del NIÑO y la NIÑA alteraron los patrones migratorios de la especie, de acuerdo a la información recabada.
- De acuerdo a los monitoreos realizados en 1996, y a las entrevistas con los pescadores y usuarios del recurso, los cardúmenes de escribano eran abundantes en la zona norte de Q. Roo en los meses de febrero a junio (primavera), este patrón no se presentó durante las temporadas 1997 y 1998, siendo más abundantes durante el periodo otoño-invierno.
- Para 1999 la(s) población(es) migratoria(s) han sido más abundantes en los meses de verano (julio a septiembre).
- Los parámetros de crecimiento y mortalidad se encuentran dentro del rango de los reportados para especies de rápido crecimiento y migratorias de zonas tropicales.
- Las frecuencias de tallas encontradas no representan a la población que se distribuye en la zona de estudio. El arte de pesca utilizado no es el adecuado para obtener muestras representativas de todas las tallas.
- Para próximos estudios se recomienda utilizar redes con una abertura de malla menor, para poder capturar individuos de tallas inferiores.
- No fue posible evaluar la edad de estos organismos mediante la metodología empleada en escamas y otolitos, la esperanza de vida de estos organismos es aproximadamente de un año.

- Es necesario emplear técnicas de determinación de edad mediante escamas y otolitos más eficaces que las empleadas en este estudio.
- La curva de captura y la probabilidad de capturar individuos de un cierto grupo de tallas esta determinada por el arte de pesca empleado, por lo tanto los valores obtenidos están sesgados por este.
- El Mortalidad por pesca es determinante en las poblaciones de escribano, de acuerdo con los valores obtenidos en el análisis.
- La temporada de captura se desarrolla durante los meses en que los escribanos presentan el índice de madurez gonádica más alto.
- La pesca de escribano no afecta a las poblaciones de aves marinas del Parque Nacional Isla Contoy.
- El volumen de fauna de acompañamiento que se obtiene en esta pesquería es menor al que se obtiene en la pesquería de langosta *Panulirus argus*.
- La pesquería no afecta el entorno marino del PNIC.
- El volumen máximo de captura permitido debe ser menor o igual a 100 000 organismos para los tres permisionarios.
- Se recomienda mantener la abertura de malla que se emplea actualmente o aumentarla para evitar la captura de individuos jóvenes o adultos del primer grupo.
- La captura esta determinada por los patrones migratorios de la especie, el esfuerzo aplicado en sus diferentes unidades no determina la captura.

BIBLIOGRAFÍA

- Basson, M., A.A. Rosenberg and Beddington. 1988. The accuracy and reliability of two new methods for estimating growth parameters from length-frequency data. J. Cons. Int. Explor. Mer, 44;227-285.
- Berkeley, S.A. y Honde, E.D. 1978. Biology of two exploited species of halfbeaks, *Hemiramphus brasiliensis* and *H. balao* from Southeast, Florida. Bulletin of Marine Science 28(4):624-644, 1978.
- Beverton, R.J. y S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Fishery Investigations. Ser II, Vol. 19; 553 p.
- Caamal Llan, Juan *et al.* 1996. .Análisis biológico-pesquero del escribano (*Hemiramphus spp*) en la Reserva especial de la Biosfera Isla Contoy, Quintana Roo. México. Informe técnico.
- Caamal Llan, Juan *et al.* 1997. La pesquería del escribano (*Hemiramphus spp*) en la Reserva Especial de la Biosfera Isla Contoy, Quintana Roo. México. Temporada 1997. Informe técnico.
- Csirke B. Jorge 1989. Introducción a la Dinámica de Poblaciones de Peces. FAO, Doc. Téc. Pesca, (192):82p.
- González-Cano, 1991. Evaluación y opciones de manejo para la pesquería de langosta del caribe mexicano. En: Memorias del taller sobre manejo de la pesquería de la langosta. 6-9 junio de 1988, Pto. Morelos, Q. Roo. p.23-32.
- Gulland, J.A. 1997. Fish Populations Dynamics. John Wiley & Sons. Interscience Publications.

Gulland, J.A; Rosenberg, A.A. Examen de los métodos que se basan en la talla para evaluar las poblaciones de peces. FAO Documento Técnico de Pesca. N0 323. ROMA,FAO 1992. 112p.

Hattori, J. and M. Seki. 1959. A growth study of *Hemiramphus sajori* (T. & S.) by scale and size composition. J. Tokyo Univ. Fish. 45: 27-32..

Holden, S. y M.V. Bravington. 1992. The LFDA package user manual. Versión 3.10. Produced by MRAG Ltd, London. p. 68.

INE-SEMARNAP. 1997. Programa de Manejo del Parque Nacional Isla Contoy. México. 123 p.

Isaac, V.J. 1990. The accuracy of some length-based methods for fish population studies. ICLARM Tech. Rep. 27. 81 p.

Lackey T. Robert. 1980. Fisheries management. Blackwell Scientific Publications. Oxford London Edinburgh.

Leslie, P. H. 1945. The use of matrices in certain population mathematics. Biometrika. 35-213-245.

Ling, J. K. 1958. The sea garfish, *Reporhamphus melanochir* (Cuvier & Valenciennes) (Hemiramphidae), in South Australia: breeding, age determination and growth rate. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 9: 60-110.

Mariano Alcántara, Andrés *et al.* 1998. Pesquería de escribano (*Hemiramphus spp*) en el Parque Nacional Isla Contoy, Quintana Roo. México. Temporada 1998. Informe técnico.

Mexicano C. Guadalupe. 1986. Contribución al conocimiento de la Pesquería de *Canané* (*Ocyurus chrysurus* Bloch 1971) en el litoral del estado de Yucatán, México. Tesis Profesional UNAM IZTACALA. México D.F.

Pereiro, J. A. 1982. Modelos al uso en dinámica de poblaciones marinas sometidas a explotación. Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanog. No. 1. Madrid. España.

Powell, D. G. 1979. Estimation of mortality and growth parameters from the length-frequency data in the catch. Rapp. P.V. Reun. CIEM 175:167-169.

Rosenberg, A. A. y J. R. Beddington. 1988. Length-based methods of fish stock assesment. In: J.A: Gulland (ed.) Fish population dynamics. Jonh Wiley & Sons, London.

Rosenberg, A. A., J. R. Beddington and M. Basson. 1986. Growth and longevity of krill during the first decade of pelagic whaling. Nature, 324 (6093):152-154.

Shepherd, J. G. 1987a. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data. P. 113-119. In: Pauly, D. and G. R. Morgan (eds) Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings 13, 468 p. International Center for Liveng Aquatic Resources Management, Manila, Philippiness and Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, Kuwait.

Shepherd, J. G. 1987b. Towards a method for short-term forecasting of catch-rates based on length-compositions. P. 167-176. In: Pauly, D. and G. R. Morgan (eds) Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings 13, 468 p. International Center for Liveng Aquatic Resources Management, Manila, Philippiness and Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, Kuwait.

Sparre P. And Vanema, S.C. 1995. Introducción a la Evaluación de Recursos Pesqueros Tropicales. FAO Fisheries Technical Paper. N0 306.1Rev.1. Rome, 376 p.

Talwar, P. K. 1962. Studies on the food and feeding relationships of the halfbeak fishes (Hemiramphidae) from the Gulf of Mannar and Palk Ray. Indian J. Fish. 9: 1-9.

Talwar, P. K. 1967. Studies on the biology of *Hemirhamphus marginatus* (Forsk.) (Hemirhamphidae-Pisces). J. Mar. Biol. Ass. India 9: 61-69.

Thompson, J. M. 1959. Some aspects of the ecology of Lake Maequarie N.S.W., with regard to an alleged depletion of fish. IX. The fishes and their food. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 10: 365-374.

Wetherall, J. A., Polovina, J. J. and Ralston, S. 1987. Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length-frequency data. 53-74 p. In: Pauly, D. and G. R. Morgan (eds) Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings 13, 468 p. International Center for Liveng Aquatic Resources Management, Manila, Philippines and Kuwait Institute for Scientific Research