



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA**

**CRECIMIENTO DE Harengula jaguana DEL
AREA DE CELESTUN EN EL ESTADO DE YUCATAN**

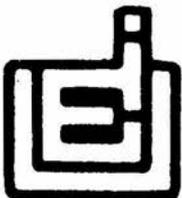
TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

CLAUDIA OLINCA LEONCE VALENCIA



MERIDA, YUCATAN

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Krimilda Valencia y Francisco Leonce,
los cuales con su apoyo y cariño me enseñaron que ninguna
meta es difícil de alcanzar cuando se tiene deseo,
paciencia y coraje.

A MIS HERMANOS:

Marco, Alejandro, Adrian, Carlos e Isela
quienes siempre me ayudaron y animaron para la culminación
del presente trabajo.

A Armando por su paciencia y cariño.

...ayúdanos océano,
padre verde y profundo,
a terminar un día
la pobreza terrestre.

NERUDA

AGRADECIMIENTOS

- Al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. - Unidad Mérida, por su apoyo brindado para el desarrollo de este trabajo.
- Al M. en C. Julio A. Sánchez Chávez, por su asesoría y consejos en la elaboración del presente trabajo.
- Al Dr. Luis Capurro Filograsso, M. en C. Francisco Arreguín-Sánchez y M. en C. Gustavo de la Cruz Agüero, por sus valiosas y atinadas observaciones.
- A la Biól. Guadalupe Mexicano, Biól. Miguel Cabrera y Biól. Héctor Rodríguez, por contar siempre con su ayuda.
- Al Biól. Víctor Moreno por la elaboración de figuras.
- Al Pasante de Ingeniería en Computación Héctor Hernández, por su ayuda en el manejo del equipo de computación.
- A los técnicos de Biología Pesquera: Tiburcio, Jorge y Domingo.
- A mis amigos, por su deseo sincero de ver el trabajo terminado.
- A todas aquellas personas que de una u otra manera me ayudaron en la elaboración del mismo.

INDICE

I INTRODUCCION

- I.1 Aspectos Generales
- I.2 Biología
- I.3 Habitat
- I.4 Sistemas de Explotación
- I.5 El Problema

II ANTECEDENTES

III OBJETIVO

IV MATERIAL Y METODOS

- IV.1 Hipótesis
- IV.2 Metodología

V RESULTADOS

VI DISCUSION

VII CONCLUSIONES

VIII RECOMENDACIONES

IX BIBLIOGRAFIA

- IX.1 Bibliografía Citada
- IX.2 Bibliografía Consultada

ANEXO I Metodos de Crecimiento

ANEXO II Lecturas de anillos de Crecimiento.

I. INTRODUCCION.

I.1. Aspectos Generales.

El estudio de la naturaleza y comportamiento de los recursos naturales renovables tal como las pesquerías es esencial para tener un conocimiento adecuado de la estructura y los cambios de las poblaciones de dichos recursos. Estos son objetivos importantes para un manejo razonable de las pesquerías. Este concepto es la base de la biología pesquera e involucra estudios de dinámica poblacional los que permiten establecer compromisos entre los niveles de abundancia de las poblaciones y las tasas de explotación que se ejercen sobre las mismas, para no tener una subexplotación o una sobreexplotación del recurso (Aguilar-Salazar, 1986).

Un elemento central para el manejo de las pesquerías es la información sobre el crecimiento de los individuos sujetos a explotación, ya que sobre esta base se estima una serie de relaciones con las cuales se puede obtener valiosa información tal como: 1) estructura poblacional, 2) tiempos y frecuencia del desove, 3) reacción a los cambios ambientales o a la densidad de la población, 4) alteraciones del habitat y 5) variaciones del reclutamiento, entre otras (Brothers, 1979). Hasta ahora la determinación de la edad en los organismos ha sido motivo de discusión por la inexactitud en la que pueden caer los resultados obtenidos, sin embargo, su obtención en forma correcta y la validación respectiva con diversas técnicas de estimación son la clave para definir las relaciones mencionadas. La ausencia de esta validación puede incrementar los errores aleatorios y sistemáticos que inevitablemente ocurren en las técnicas existentes de estimación de edades. A la vez, esto repercute en los modelos de estimación poblacional introduciendo posibles sesgos (Beamish and Mc. Farlane, 1983).

Los esfuerzos que se han hecho por desarrollar métodos de determinación de edad, son resumidos por Brothers (1979). Actualmente el crecimiento se estudia relacionando la talla del individuo obtenida de la captura (método indirecto) con la edad del mismo obtenida de la lectura de los anillos en el otolito (método directo).

El Puerto de Celestún el cual ocupa el segundo lugar en importancia después de Progreso en la Península de Yucatán en cuanto a volúmenes de captura regional, obtuvo en 1985 un total de 2,664 ton, en donde siete especies fueron las más

dominantes , representando en conjunto el 93 % del volumen total de las capturas de dicho Puerto. El 80 % de la captura fue utilizada para producir harina de pescado, incluyendo a la especie Harengula jaquana conocida localmente como vivita escamuda. Esta especie tiene una importancia ecológica significativa, al constituir un eslabón importante de la cadena alimentaria de los peces demersales de la región (Yañez-Arancibia y Sanchez-Gil, 1986) Por esta razón, el presente trabajo se enfocó a contribuir al conocimiento biológico de dicha especie aplicando diferentes métodos para determinar y validar la edad, como información básica para estudiar el crecimiento.

I.2. Biología

Harengula jaquana es un clupeido, que se caracteriza por tener un cuerpo alargado y alto, moderadamente comprimido, abdomen aquillado, con un borde armado de escudetes óseos , sin línea lateral, dientes pequeños, branquiespinas largas, delgadas y numerosas, boca moderada cuyos maxilares no sobrepasan la vertical del ojo, membranas branquiostegas libres del istmo, sin aleta adiposa y con aleta anal de tamaño variable sin espinas, aletas pélvicas en posición abdominal (Guitart, 1974).

Las características morfológicas que permiten separar a Harengula jaquana de los demás clupeidos son las siguientes:

Única dorsal más cerca del origen de la cabeza que de la base de la caudal, aleta anal corta, aletas pélvicas por debajo de la dorsal en el tercio inferior del cuerpo, con una fila de dientes puntiagudos en la parte anterior del borde interno de los palatinos, de 26 a 32 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial, y de 25 a 29 escudetes óseos formando el contorno ventral hasta la aleta anal, escamas poco adherentes, sin mancha humeral. Son de color gris negruzco en el dorso, plateado el resto del cuerpo. Presentan además una mancha amarillo naranja en la región superior del cuerpo y alcanza generalmente un tamaño de 180 mm (Fig. 1)

La posición taxonómica de la especie de acuerdo con Guitart (1974) es la siguiente:

Phylum: Chordata
Clase: Osteichhyes
Orden: Clupeiformes
Suborden: Clupeoidei
Familia: Clupeidae
Subfamilia: Clupeinae
Género: Harenqula
Especie: Harenqula jaquana (Poey, 1865)

Las especies que forman esta familia tienen hábitos costeros, formando durante el día grandes cardúmenes que buscan refugio en esteros y bahías. A la caída de la tarde comienzan a abandonar masivamente esos lugares protegidos, dispersándose probablemente sobre la plataforma continental para iniciar el ciclo de alimentación intensiva siendo plantófaga durante toda su vida. Se ha observado que esta especie se alimenta de crustáceos planctónicos fundamentalmente de copépodos (Sierra y Díaz-Zaballa, 1984), además de cumáceos, ostracodos, anfipodos, misidáceos y algunos poliquetos (De la Vega, comp. per.). Se supone que la agrupación diurna en los lugares someros y la dispersión nocturna obedecen a un proceso de defensa contra sus numerosos enemigos (Guitart, 1974), en particular de grandes peces, como escómbridos y lutjánidos.

El crecimiento de Harenqula jaquana se puede determinar a través de lectura de anillos de crecimiento en estructuras duras como es el otolito. Esta estructura es de suma importancia ya que con ella el pez mantiene su dirección y equilibrio. Los procesos que dan lugar a la formación de los anillos en los otolitos no se conocen con certeza. De acuerdo con Dannevig (1933) se ha comprobado que en ciertos periodos del año no hay deposición de sales de calcio, quedando solo la matriz de material proteico, cuya menor densidad le da un aspecto hialino con luz reflejada. Los anillos son generalmente bandas estrechas que se originan cuando el crecimiento es lento. La deposición de sales de calcio se presenta cuando el crecimiento es rápido dando origen a bandas anchas y opacas. La alternancia de estos dos

materiales genera la estructura anular observada en otolitos.

Según Claro y García (1987) la formación de anillos hialinos parece estar relacionada principalmente con los cambios ambientales, en particular la disminución de la temperatura, la cual al inicio del invierno provoca la formación de marcas en los huesos.

El periodo de reproducción de *Harengula jaguana* en el Banco de Campeche, más específicamente en el Puerto de Celestún, tiene una marcada actividad en octubre y noviembre, con un porcentaje considerable de organismos maduros y recién desovados y nuevamente en abril, cuando se registran organismos maduros, así como una alta proporción en proceso de maduración (Mexicano, 1989).

1.3 Hábitat.

La sardina escamuda (*Harengula jaguana*) habita aguas tropicales del Atlántico Centro Occidental. Se localiza desde Nueva Jersey, Bermudas y Florida, E.E.U.U., hasta el sur de Brasil (FAO, 1985). En el Golfo de México su mayor abundancia tiene lugar en las aguas someras del Banco de Campeche (fig 2).

Este Banco esta formado por roca de caliza similar a la de la Península de Yucatán, tiene una pendiente suave y se extiende sin ningún accidente topográfico hasta su unión con el talud continental donde su pendiente aumenta notablemente hacia las profundidades oceánicas (Cartas Náuticas S.M. 701 y S.M. 800 de la Secretaría de Marina ; Uchupi, 1973).

En el Estado de Yucatán, sobre el Banco de Campeche, se localiza el puerto de Celestún en donde se desarrolló esta investigación.

El puerto de Celestún se encuentra situado a 20° 52' de latitud norte y 90° 24' de longitud oeste, en el litoral occidental de la Península de Yucatán, limitando en el sur con el estado de Campeche (SEPESCA, 1985) (Fig 3).

El clima de la región es el típico tropical. Se caracteriza por una uniformidad en sus elementos atmosféricos y oceanográficos con variaciones producida por una época de lluvias (junio-noviembre) y una época de sequía (diciembre-mayo). Durante los meses de diciembre a marzo ocurren los "nortes" que son fuertes vientos provenientes del norte del continente americano y que alteran las condiciones oceanográficas del litoral marítimo adyacente. Desde junio a

diciembre es la época de huracanes con mayor frecuencia en septiembre. La onda de tormenta (creciente del mar generada por el huracán) producida por los meteoros que penetran en el Golfo de México, no llega a un metro, salvo en el caso en que el huracán atraviese la península. En este caso, el nivel del mar puede subir a más de 4 metros (Capurro, comunicación personal).

I.4. Sistemas de Explotación.

Las pesquerías de la Península de Yucatán se encuentran en la mayor parte de los casos en un estado de desarrollo precario. Con excepción del camarón, las demás actividades pesqueras son rudimentarias, tanto en la captura como en el proceso de conservación del producto. Esto da lugar a un aprovechamiento incompleto de los recursos marinos, que en algunos casos se hace incoosteable tanto por la ineficiente organización de la industria, como por falta de medios de captura adecuados (Carranza, 1959).

Las causas del subdesarrollo de la pesca en el Sureste pueden agruparse en dos categorías: a) biológicas, como son el desconocimiento de los recursos marinos y su potencialidad productiva, y b) económicas, la que ocupa un lugar preponderante y que es generada por los precarios medios de comunicación de los centros productores a los de consumo, la insuficiencia de los mercados para absorber la producción, la falta de créditos para fomentar la creación de flotas pesqueras adecuadas, e instalaciones terrestres para la conservación de las capturas.

Dado su bajo costo y el poco poder adquisitivo del pescador, el anzuelo en su forma más simple, las redes, chinchorro playero y la atarraya, son prácticamente las más utilizadas .

En la pesquería con chinchorro playero, que se realiza en el puerto de Celestún, se encuentran operando actualmente 40 lanchas, 20 chinchorros y un promedio de 8 pescadores por lancha. Según Panayotou, 1983 (citado en Pauly (1983)) se considera de pequeña escala por su limitado poder de pesca y una diversidad de características socioeconómicas afines.

Un porcentaje difícil pero indudablemente bastante elevado de la producción de escama del Sureste, se obtiene con chinchorros playeros. Esta arte de pesca consta de un paño de red de malla de tamaño variable que lleva en la parte

superior una relinga con flotadores y en la inferior otra con plomos, de modo que se forma una valla de aproximadamente 1km de longitud ó más, por 1.5 mts de alto, con una abertura de malla de 6 cm. Algunos chinchorros llevan en la parte media una bolsa de malla más fina (copo) que facilita la concentración de la captura, pero por lo general la misma construcción de la red hace que se distienda al centro formando una bolsa de mayor tamaño que cumple la misma finalidad. Con frecuencia se atan a los extremos de la red dos cabos de longitud variable, que facilitan el recuperarla cuando se encuentra retirada de la orilla. La operación se realiza desde una embarcación. Uno de los extremos se deja en la playa, y el resto se larga en un semicírculo que termina nuevamente en la orilla a corta distancia del punto de partida y desde los cuales se tira de la red hacia la tierra. El chinchorro playero produce por los general rendimientos bastante bajos, debido a que se limita a explotar una estrecha franja del litoral (Carranza, 1959) .

I.5. El problema.

El conocimiento del crecimiento de Harengula jaguana es un elemento importante en el estudio de la estructura y variación de la población de esta especie (dinámica poblacional) . Sin una información apropiada de este parámetro el modelo poblacional se debilita notablemente, especialmente tratándose de modelos de rendimiento . El problema es entonces estudiar las tasas de crecimiento en base a información indirecta así como información directa a través de estructuras rígidas (en este caso, otolitos) de muestras provenientes de la captura comercial.

II. ANTECEDENTES.

Los primeros estudios realizados en el crecimiento de Harengula jaquana fueron llevados a cabo en Florida, E.E.U.U por Breder (1948), Rivas (1964) y Houde (1977a), quienes obtuvieron la relación anual de edad y crecimiento de la especie. Por otro lado, Christmas (1973) y Gunter (1945) determinaron el crecimiento mensual para dicha especie. Houde (1977b), estimó a partir de las capturas anuales de camarón realizadas en el norte del Golfo de México, que una tercera parte de la fauna acompañante correspondió a Harengula jaquana. Perry and Boyes (1978), establecieron que las mayores concentraciones de adultos se distribuyen donde la salinidad oscila entre 15 a 20 partes por mil (‰) y los peces pequeños arriba de 25 a 30 ‰.

Martínez y Houde. (1975) determinaron aspectos reproductivos, estadios de madurez, peso y longitud.

En México, pocas son las investigaciones que se han realizado para esta especie, entre las cuales se puede citar a Olvera y Cid del Prado (1983), quienes identificaron larvas y juveniles de las familias Engraulidae y Clupeidae, en el puerto de Celestún, Yuc. Mexicano (1989), realizó estudios de reproducción en adultos de Harengula jaquana y Opisthonema oglinum para la misma zona.

En base a lo expuesto anteriormente se puede observar que a la fecha no existen evaluaciones del crecimiento de Harengula jaquana y considerando la presión de pesca a que esta sujeta, dada su importancia en la elaboración de harina de pescado y como carnada en la pesca de línea, se plantea realizar estudios preliminares del crecimiento de la especie que sirvan como base en un futuro a estudios de dinámica poblacional. De acuerdo a lo anterior se definió el siguiente objetivo general:

III. OBJETIVO.

Determinar las tasas de crecimiento de H. jaquana durante el periodo de un año mediante la aplicación del método indirecto, así como el método directo por lectura de anillos de crecimiento en otolitos para finalmente validar las edades obtenidas.

IV. MATERIAL Y METODOS

IV.1 Hipótesis.

Es evidente por lo expresado de la biología de esta especie, que sería altamente deseable realizar experimentos controlados que permitan monitorear el crecimiento del pez en función de distintas dietas y diferentes condiciones ambientales. Como no se cuenta con la infraestructura para ello se ha decidido estudiar el crecimiento en base a los datos de captura. La hipótesis es que el método indirecto en el cual se efectúan mediciones en las muestras obtenidas de la captura comercial permitirá obtener información adecuada de la tasa de crecimiento de esta especie, no tan detallada como los métodos directos pero más realista pues los datos reflejan las condiciones de vida en su ambiente natural.

IV.2. Metodología.

El crecimiento de un organismo, en nuestro caso Harengula jaquana, está caracterizado por su longitud, y su peso. El determinar su tasa de crecimiento involucra buscar la relación talla-edad, por lo tanto la estrategia de este estudio consistió en medir una muestra representativa de peces y relacionarlos con su edad. La muestra de peces se obtuvo de la captura comercial (método indirecto) y la determinación de la edad en base al estudio de marcas en estructuras duras como los otolitos.

1. Procedimiento en Campo.

Identificación de la especie

Empleando las características morfológicas descritas por Guitart (1974), se confirmó la identidad de los ejemplares como Harengula jaquana (Fig. 1).

El material de estudio se obtuvo a partir de las capturas de la flota menor del Puerto de Celestún, Yucatán, durante la temporada octubre de 1986 a septiembre de 1987.

La toma de muestra se realizó cada quince días, con una permanencia en el puerto de tres días consecutivos en cada salida. Durante este tiempo se tomó una muestra aleatoria de tamaño proporcional a la captura entre el 10 ó 20 % de la captura comercial de por lo menos tres embarcaciones diarias, y de esta se obtuvo una submuestra al azar de 30 organismos al mes. Con esta cantidad se obtienen buenas estimaciones de los límites de confianza alrededor de la media, así como una base apropiada para aplicar una distribución "t" u otra prueba de significancia las cuales al trabajar con 30 grados de libertad tienden a una distribución normal (Sokal, 1981).

De la muestra total mensual se obtuvo la longitud furcal de cada organismo, con un ictiometro graduado en mm, además en la submuestra se determinó el peso total de los organismos con la ayuda de una balanza granataria de precisión en gramos y se extrajeron los 30 pares de otolitos por mes.

2. Procedimiento en laboratorio.

En el laboratorio, la información correspondiente a las muestras fueron capturados en bases de datos en una microcomputadora para su procesamiento y análisis posterior.

Edad y Crecimiento.

Para determinar la edad y crecimiento se utilizaron métodos indirectos de ; Cassie (1954), Bhattacharya (1967), Brey y Pauly (1986), Shepherd (1987) y el método directo de lectura de anillos de crecimiento en otolitos.

Métodos Indirectos.

Todos los métodos indirectos parten de la distribución de frecuencias de tallas en clases de edad cuyo intervalo se establece un tanto arbitrariamente, para ello se agruparon a los individuos en clases de 6 mm de intervalo, debido a que en este se encontraba un menor solapamiento de clases de edad con respecto a los anteriormente realizados que partieron de un intervalo de 1 mm a 10 mm . Para determinar las tasas de

crecimiento o relación talla-edad se utilizaron los métodos de : Cassie (1954), Bhattacharya (1967), Brey y Pauly (1986) y el Shepherd (1989). En el ANEXO 1 se detalla el racional y aspecto operativo de estos métodos.

Métodos Directos.

Se decidió desarrollar el siguiente procedimiento con los otolitos de la especie en estudio en lugar de las escamas debido a que presenta varias ventajas, tales como, su formación durante el período embrionario, no siendo así para las escamas las cuales se forman cuando el pez ha alcanzado cierta longitud. Otra ventaja es que no se corre el riesgo de tener estructuras regeneradas, ni escamas que se desprenden fácilmente de otros organismos durante las descargas comerciales.

Extracción y Conservación de otolitos.

Es importante mencionar que los peces teleosteos presentan tres otolitos a cada lado de la cabeza que se denominan lapidus, saggita y asteriscus (Dayaratne and Gjosaeter, 1986).

En este caso el otolito que nos interesó fue el saggita por ser el más grande y el ser mayormente utilizado para la lectura de marcas de detención de crecimiento.

Para su extracción fue necesario abrir el opérculo y llegar hasta la cápsula ótica la cual se rompió con la ayuda de unas pinzas de disección que sirvieron al mismo tiempo para extraer los otolitos, los huesos fueron lavados con agua corriente, secados y guardados en bolsas de celofán debidamente etiquetadas (especie, localidad, fecha).

Limpieza del Otolito.

En el laboratorio fueron extraídos los otolitos de las bolsas de celofán, se pusieron bajo agua corriente y con la ayuda de una aguja de disección se limpiaron los restos de la membrana ótica y una vez limpios y secos fueron pesados en una balanza digital.

Preparación del Otolito para la lectura de anillos.

De la submuestra de 30 pares de otolitos por mes se hizo una separación de los que estaban rotos y de los completos. Con los primeros se hicieron una serie de pruebas con la técnica de quemado (FAD, 1982) para ver el tiempo de "tostado", así como la distancia a la que se debe exponer el otolito a la flama y determinar la zona donde se observen mejor los anillos.

La técnica de quemado se describe a continuación :

Dado su tamaño, los otolitos fueron manipulados con una asa de siembra para colocarlos a una distancia de aproximadamente 5 cm de la flama del mechero Bunsen, se observó que cinco minutos aproximadamente fué el tiempo adecuado para que tomara un color café claro, posteriormente se dejaron enfriar y se colocaron en un vidrio de reloj de fondo oscuro inmerso en glicerina (FAD, 1982), para su observación en un microscopio estereoscópico con luz reflejada, a un aumento de 32 X.

Lectura e Interpretación de anillos.

La lectura de anillos se efectuó sobre la superficie cóncava y la parte posterior del otolito (Fig 4) ya que en esta región los anillos se presentan más claros. La medición se hizo con la ayuda de un ocular micrométrico, desde el foco (núcleo) al borde (S) del otolito a lo largo de un solo eje y del foco a cada uno de los anillos (Sn).

Para tener una mayor confiabilidad cada otolito se midió tres veces y en los que se tenía alguna duda con estructuras secundarias o falsos anillos, se efectuaron interpretaciones por un segundo lector.

Los criterios utilizados para definir un anillo verdadero (Bagenal y Tesch, 1978) fueron los siguientes:

- a) El anillo no presenta discontinuidades, ni entrecruzamientos.
- b) Los anillos o marcas de crecimiento se encuentran uniformemente espaciados, disminuyendo la distancia entre ellos a medida que avanza la edad.
- c) El anillo es continuo alrededor del núcleo.

Descripción del otolito

La descripción del otolito se basó en criterios manejados por Dayaratne & Gjosaeter (1986) y Dawson (1986).

Retrocálculo.

La técnica llamada retrocálculo o cálculo regresivo de longitudes a edades previas, supone que existe una estrecha relación entre el crecimiento del pez, y el incremento en la magnitud de las estructuras duras (Jearld, 1983). Para ello se realizó una regresión de la longitud furcal de los organismos contra el radio del otolito, observándose una relación lineal entre estas dos variables, y se utilizó la siguiente ecuación :

$$Y = a + b X \quad (1)$$

donde:

Y = longitud furcal del pez

X = radio del otolito

a = longitud del pez cuando se forma el otolito

b = pendiente de la recta.

El valor de "a" se sustituye en la ecuación de Lea (1978) en Bagenal y Tesch (1978) para obtener las longitudes retrocalculadas mediante la ecuación:

$$Ln - a = Sn / S (L - a) \quad (2)$$

donde:

Ln = longitud del pez al formarse el anillo n.

L = longitud del pez al ser capturado

S_n = radio del anillo n

S = radio total del otolito

a = ordenada al origen de la ecuación (1).

Estimación de Parámetros de Crecimiento.

Para describir el esquema de crecimiento en esta especie, se aplicó el modelo de Von Bertalanffy (Gulland, 1971; Ricker, 1975; y Pauly, 1983, entre otros) por ser el más comunmente usado en el estudio de poblaciones de peces y otros organismos marinos, ya que se incorpora fácilmente a los modelos para evaluaciones o rendimientos y se ajusta satisfactoriamente a los datos observados de crecimiento. En forma general, esta ecuación describe la tasa de cambio longitudinal con respecto al tiempo. El tamaño del pez (L_t) para una edad (t) esta dada por la ecuación:

$$L_t = L_{\max} (1 - \exp^{-k (t - t_0)}) \quad (3)$$

donde : L_t es la longitud a la edad "t" del pez ; L_{\max} es la longitud máxima teórica que podrían alcanzar los peces en caso de crecer a una edad avanzada (L_{∞}); k es el coeficiente de crecimiento o constante de proporcionalidad de la tasa de catabolismo; t_0 es un parámetro de ajuste, que representa la longitud que el pez tendría a la edad cero.

Para estimar los parámetros de L_{\max} y k de la ecuación (3), se utilizó el método de Ford-Walford (Gulland, 1971; Ricker, 1975; Pauly, 1983).

El método analítico de Ford-Walford es esencialmente una versión reordenada de la ecuación (3) de la siguiente manera:

$$L_{t+1} = a + b L_t \quad (4)$$

donde: L_t y L_{t+1} son las longitudes correspondientes a edades consecutivas separadas por un intervalo de tiempo constante.

El valor de a representa la ordenada en el origen de la regresión y b la pendiente. De esta manera:

$$L_{\infty} = a / (1 - b) \quad \text{y} \quad (5)$$

$$K = \ln b \quad (6)$$

Para estimar el parámetro t_0 , por los métodos de Cassie (1954) y Bhattacharya (1967) se utilizó la ecuación linealizada de Von Bertalanffy de la siguiente forma:

$$\ln (1 - L_t / L_{\max}) = k t_0 - kt \quad (7)$$

Obteniendo finalmente el valor de t_0 al sustituir el valor de la tasa de crecimiento calculada anteriormente:

$$t_0 = a / k \quad (8)$$

Estos parámetros (L_{∞} , k y t_0) también fueron aplicados al modelo de crecimiento en peso, de la forma:

$$W_t = W_{\max} (1 - \exp^{-k(t - t_0)})^b \quad (9)$$

Para ello se necesitó primeramente obtener W_{\max} , usando la ecuación de la relación peso-longitud.

$$W_{\infty} = a L_{\infty}^b \quad (10)$$

donde: W_{∞} es el peso correspondiente a la longitud L_{∞} ; a expresa la condición del pez; b indica el tipo de crecimiento (isométrico o alométrico). Las constantes a y b fueron estimadas a partir de todos los datos obtenidos de peso y longitud mediante regresión, reflejando el comportamiento anual de la población para este período de estudio (Ricker,

1975; Weatherly & Roger, 1978; Bagenal & Tesch, 1978; Anderson & Gutreuter, 1983, entre otros). Posteriormente se aplicó una prueba estadística "t" student (Infante, 1986) para observar el tipo de crecimiento, es decir b igual a 3 es isométrico ó b diferente de 3 alométrico.

Una vez evaluadas las constantes para ambos modelos, se estimaron longitudes y pesos para cada edad, además de las curvas de crecimiento correspondientes. Determinados los parámetros de crecimiento, se identificó la clave edad-longitud de la población con el método directo, de la lectura de otolitos.

Técnica para la Validación.

Para validar la edad existen varios procedimientos (FAD, 1982; Bagenal and Tesch, 1978) tales como :

- a) Comparar la correlación o semejanza con el método de Petersen.
- b) Observación de las clases anuales através de un periodo de varios años.
- c) Comparación de las edades y número de anillos en peces mantenidos en cautiverio desde su nacimiento.
- d) Marcado con tetraciclina y posterior recaptura.
- e) Seguimiento del incremento marginal, el cual comprende la variación estacional de la distancia del último anillo al borde del otolito, donde la menor distancia indica la reciente formación del anillo, es decir presencia o ausencia del último anillo de crecimiento en el borde del otolito.

En este trabajo se analizó el periodo de formación del anillo, através del seguimiento del incremento marginal (Reg a'Fig 4) .

V. RESULTADOS.

V.1. Muestreo.

En la tabla 1 se presenta el total de organismos muestreados para cada mes así como su longitud máxima y mínima correspondiente. En los meses de diciembre y abril se presentó la mayor cantidad de individuos, observándose que durante invierno y primavera esta especie es abundante y disminuye en verano y otoño (Fig 5).

V.2. Métodos Indirectos.

Mediante los métodos de Cassie y Bhattacharya se obtuvieron cinco clases de edad observándose que las longitudes obtenidas para cada grupo de edad son muy similares en ambos métodos (tabla 2). A partir de estos datos se determinaron los parámetros de crecimiento de acuerdo con las ecuaciones propuestas por Ford Walford (Ricker, 1975).

Con los programas computacionales se obtuvieron: ELEFAN 1 (Brey and Pauly, 1986) once clases de edad y la mejor relación encontrada fue ASP/ESP = 622, dado que dicho programa no calcula " t_0 " fue necesario estimarlo con la ecuación de Pauly (1983) dando como resultado $t_0 = -0.4837$; Con el SLCA (Shepherd, 1987) diez clases de edad y los parámetros de crecimiento fueron obtenidos directamente, tabla 3.

Crecimiento en Longitud.

Conocidos los parámetros de crecimiento para cada método se introdujeron al modelo de crecimiento en longitud de Von Bertalanffy quedando expresados en las siguientes ecuaciones:

$$\text{CASSIE } L_t = 177.38 (1 - \exp^{-0.244 (t + 0.304)}) \quad (11)$$

$$\text{BHATTACHARYA } L_t = 169.04 (1 - \exp^{-0.259 (t + 0.7322)}) \quad (12)$$

$$\text{ELEFAN 1 } L_t = 231 (1 - \exp^{-0.208 (t + 0.4837)}) \quad (13)$$

$$\text{SLCA } L_t = 235 (1 - \exp^{-0.24 (t - 0.27)}) \quad (14)$$

Los valores calculados con las ecuaciones anteriores se muestran en la tabla 3 . que se grafican en la figura 6 .

Crecimiento en Peso.

La regresión peso-longitud de 217 organismos muestra una pendiente b de 2.8487 la que indica un crecimiento isométrico, es decir que a medida que aumenta la longitud del pez aumenta su peso. Esto se comprobó aplicando el método estadístico "t" con significancia de 95% y una ordenada en el origen a de 0.000034. La ecuación es la siguiente:

$$W = 0.000034 (L_{\infty})^{2.8487} \quad (15)$$

con un coeficiente de correlación $r = 0.8016$, Fig 7.

Con la expresión anterior, se sustituyeron los valores de la longitud asintótica (L_{∞}) en cada método y se obtuvo el peso asintótico (W_{∞}) correspondiente. Los modelos de crecimiento en peso, de acuerdo con la ecuación de von Bertalanffy se expresan a continuación:

		2.8487	
CASSIE	$W_t = 86.68 (1 - \exp^{-0.26 (t + 0.3061)})$		(16)
		2.8487	
BHATTACH	$W_t = 75.58 (1 - \exp^{-0.259 (t + 0.7322)})$		(17)
		2.8487	
ELEFAN 1	$W_t = 183.95 (1 - \exp^{-0.208 (t + 0.4837)})$		(18)
		2.8487	
SLCA	$W_t = 193.17 (1 - \exp^{-0.26 (t - .27)})$		(19)

La tabla 4, muestra los valores obtenidos en peso calculados para cada edad. En la Fig 8 se observa de manera gráfica, las diferentes curvas de crecimiento en peso para la especie.

A continuación se muestra una tabla donde se resumen los parámetros de crecimiento (k , L_{∞} , t_0) obtenidos con los diferentes métodos.

MÉTODOS INDIRECTOS PARA OBTENER LA EDAD Y CRECIMIENTO.

Métodos	Supuestos	Parámetros de Crecimiento	Referencia
Gráfico de frec. relativas acumuladas de tallas en papel de probabilidad.	Asume distrib. normal entre las clases de edad. Muestra representativa.	Loo= 177.38 k= 0.26 t ₀ = -0.306	Cassie, 1954
Gráfico del logaritmo natural de frecuencias de talla y sus diferencias.	Asume distrib. normal entre las clases de edad. Muestra representativa.	Loo= 169.04 k= 0.259 t ₀ = -0.732	Bhattacharya, 1967.
ELEFAN 1 Electronic Length Frequency Analysis	La muestra es representativa. El patron de crecimiento es el mismo año tras año. Todos los peces de la muestra tienen la misma longitud a la misma edad	Loo= 231 k= 0.205 t ₀ = -0.4837	Brey and Pauly 1986.
SLCA Shepherd's length Composition Analysis.	Utiliza toda la información contenida en la distribución de frecuencias. Propone un coeficiente de correlación entre la curva teórica y la observada. No necesita de parámetros específicos los cuales pueden ser dudosos y provee los parámetros de crecimiento directamente junto con su probable precisión	Loo= 235 k= 0.26 t ₀ = 0.27	Shepherd et.al. 1987.

IV.3. Método Directo.

De la muestra original se obtuvo una submuestra de 270 pares de otolitos de octubre de 1986 a julio de 1987. De estos se utilizaron 217 pares para la lectura de marcas de crecimiento, debido a que en los restantes algunos se encontraban fracturados y en otros fue difícil identificar los anillos. En la Tabla 5, se aprecia que la longitud mínima observada para toda la submuestra fue de 73 mm y la longitud máxima de 149 mm, encontrándose una falta de representatividad para los primeros y últimos grupos.

La descripción del otolito fue la siguiente:

El otolito es elongado anteroposteriormente con dos rostros, generalmente de diferentes longitudes, se les conoce como rostrum al mayor y antirostrum al de menor longitud. Tienen una parte anterior terminal dividida por los rostrum y un posterior terminal ovalada. La parte central del otolito es densa, con una superficie proximal concava y una superficie distal convexa. Los bordes dorsal y ventral tienen un número variable de anillos (Fig 4).

El núcleo está situado en la parte anterior, justo detrás de los rostros. Aparece como un círculo cristalino y alrededor de este se depositan los anillos de crecimiento (Reg A y B Fig 4). Al principio estos anillos se encuentran espaciados y conforme crece el pez se van reduciendo los espacios entre los anillos (Reg C Fig 4). Cabe señalar que se observaron anillos dobles de apariencia hialina y delgados denominados por Dawson (1986) splits o falsos anillos.

Se observaron siete clases de edad comenzando con la III a la VII donde la clase V contó con el mayor número de organismos. En la Tabla 10 se tiene la clave edad-longitud obtenida con las lecturas obtenidas del otolito y en esta se observa la gran sobreposición existente entre los grupos.

Retrocálculo

Con la información obtenida de las mediciones de otolitos (ver ANEXO II) se aplicó la técnica de retrocálculo (Chugunova, 1963). La relación lineal de la longitud furcal vs. radio del otolito fue la siguiente (Fig 9).

$$Y = 9.5448 + 2.3159 (X) \quad \text{con una } r = .6794 \quad (20)$$

donde: Y = longitud furcal de pez

X = radio del otolito

9.5448 = longitud del pez cuando se formò el otolito

2.3159 = pendiente de la recta

Las longitudes medias calculadas por grupos de edad de la muestra se presentan en la tabla 6.

Crecimiento en Longitud.

Una vez obtenidas las longitudes se calcularon los parámetros de crecimiento donde se encontró $L_{\infty} = 190.77$, $k = -0.1317$ y una $t_0 = -0.9047$ quedando expresada la ecuación de crecimiento en longitud de von Bertalanffy de la siguiente manera:

$$L_t = 190.77 (1 - \exp^{-0.1317 (t + 0.9047)}) \quad (21)$$

Los valores se muestran en la tabla 7 y su representación gráfica en la fig 6 y fig B.

Sobre la curva de crecimiento teórico dado por el modelo de von Bertalanffy se sobrepusieron las longitudes medias retrocalculadas y se calculò las desviaciones y errores estandar (tabla 8). El resultado indica que la edad VII cae dentro de los límites de confianza (95%) Fig 11. La verificación con la prueba de "t", muestra que no hay diferencias significativas entre la edad VII observada y la retrocalculada (tabla 9).

Con los resultados finales de la lectura de anillos se construyó la clave edad-longitud (tabla 10) presentando 7 clases de edad, que abarcan un intervalo de longitud de 74 mm a 158 mm, siendo las mejor representadas la IV, V y VI, y la V la más abundante con un 33% del total de los otolitos.

Crecimiento en Peso.

Conocida la relación peso-longitud, se calculó el peso asintótico con el mismo procedimiento descrito anteriormente. El valor de W_{∞} fue 106.65 grs, y la ecuación en peso de vonn Bertalanffy (op.cit) queda de la siguiente manera:

$$W_t = 106.65B2 (1 - \text{EXP}^{-0.1348 (t + 0.7047)})^{2.0487} \quad (22)$$

Los valores obtenidos con la ecuación anterior se muestra en la tabla 7 y Figura 8.

Validación.

Al analizar los otolitos a través del incremento marginal mes por mes, se pudo identificar dos bandas de crecimiento: una hialina en la época de invierno y primavera, y otra opaca en los meses de verano y otoño. Se encontró que la primera banda tiene su máxima representación en abril donde un 83% de peces presentaron el anillo muy cercano al borde del otolito (tabla 11) mientras que la segunda banda presenta un máximo incremento marginal en el mes de junio en el 18% de los organismos, (fig 10).

VI. DISCUSION.

Las muestras tomadas para el desarrollo de este estudio sobre Harengula jaguana acusaron una falta de representatividad de los grupos extremos de la población. Esto se atribuye a la selectividad del arte de pesca empleado, (chinchorro playero) condicionado por la abertura de malla utilizada por los pescadores.

VI.1. Métodos Indirectos.

Los resultados del presente estudio permiten establecer que los métodos de Cassie (1954) y Bhattacharya (1967) presentan limitaciones en la identificación de los grupos de edad, atribuibles a la subjetividad de los mismos y al hecho de que sus valores resultantes presentan una sobreposición de modas. Con el método de Cassie fue difícil identificar los puntos de inflexión, y el método de Bhattacharya presentó limitantes en la identificación de las tendencias lineales negativas generadas por las diferencias de logaritmos. Además requieren de tan solo dos puntos para definir las clases de edad, mientras que el método de Cassie debe comprender al menos cuatro puntos.

Aunque ambos métodos proporcionan resultados similares (Cassie, $L_{\infty}=177.3$, $k=-.26$; Bhattacharya, $L_{\infty}=169.04$, $k=-.259$) las longitudes asintóticas (L_{∞}) están subestimadas ya que las mayores observadas para el año octubre 1986-septiembre 1987 oscilaron entre 200 y 212 mm. Estas diferencias pueden derivarse de la sobreposición de las clases modales atribuible a que los peces más viejos crecen más lentamente y tienden por lo tanto a sobreponerse mientras que los juveniles que tienen un crecimiento rápido se mezclan con clases de edad contiguas (Aguayo, et.al. 1987). En cuanto a las tasas de crecimiento (k) estas fueron similares así como los valores de t_0 que fueron mayores a la unidad, (Cassie -1.3061 y Bhattacharya -1.7322) indicando un desfaseamiento en el origen de la curva de crecimiento (Ricker, 1975) es decir la clase de edad considerada como II corresponde a la I (tabla 2). Al aplicar el valor de t_0 en el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy fue necesario fraccionarla para obtener el ajuste de las clases de edad y evitar su desfaseamiento.

El programa ELEFAN 1 (Brey and Pauly, 1986) dió una tasa de crecimiento similar a las obtenidas anteriormente (tabla

3) no siendo el caso para los parámetros $L_{\infty}=231$ y $t_{\infty}=-0.4837$. La longitud asintótica (L_{∞}) obtenida se asemeja a las longitudes observadas y esto se debe a que dicho programa tiene una menor subjetividad al adoptar un criterio numérico que no atribuye una distribución predeterminada a las clases de edad, además de que optimiza los valores de k y L_{∞} mediante un proceso iterativo que minimiza las diferencias entre la tendencia de las progresiones modales.

Finalmente con el programa SLCA la tasa de crecimiento obtenida es igual a la de Cassie (1954) y Bhattacharya (1967) (Tabla 3) y muy similar a la de ELEFAN1 en tanto que la longitud asintótica encontrada fue mayor que la de los dos primeros métodos e igual a la de ELEFAN1. Esto se debe a que estos dos últimos métodos son menos subjetivos y su análisis es totalmente numérico en relación a los primeros. El SLCA presenta algunas ventajas sobre el ELEFAN1 ya que este último tiene como límite introducir 30 clases de edad por mes. Si sobrepasa este valor, se toma un intervalo más grande y/o secciona la muestra, lo que origina un agrupamiento más estrecho de los datos que en cierta forma afecta la determinación de los valores modales y los parámetros de crecimiento. Por otra parte el SLCA considera toda la información contenida en la muestra así como los valores modales de la distribución permitiendo de esa manera separar con mayor claridad los grupos de edad. Cuando alguna de las modas cercanas a la longitud asintótica se sobreponen, se lleva a cabo un promedio de la función de prueba sobre el rango de intervalos en uso, separando las posibles modas y evitando de esta manera que sean consideradas como una sola moda (como lo hace el ELEFAN1). El SLCA se considera uno de los mejores métodos indirectos ya que para obtener los parámetros de crecimiento no necesita de información predeterminada y no requiere de un gran intervalo de tiempo para obtener la información deseada.

Por otra parte el valor de $b = 2.8487$ de la relación peso-longitud indica que H. jaguana tiene un crecimiento isométrico, es decir que a medida que aumenta en peso aumenta de manera proporcional en longitud (Pitcher and Hart, 1982). Sin embargo este valor no puede ser constante a través de los años ya que puede verse modificado por cambios en el medio ambiente, época de reproducción y recursos alimenticios, entre otros.

El rápido incremento en peso que se puede observar en las primeras edades (Tabla 4 y Fig B) principalmente de la 1 a la 3 es tal vez un reflejo de su ciclo de vida corto, según Houde (op.cit.) la reproducción se lleva a cabo desde el primer año de vida.

VI.2. Método Directo.

De la relación encontrada entre el radio del otolito y la longitud furcal de Harengula jaquana se observó que el otolito se forma cuando el pez tiene una longitud de 9.73 mm. Esta estructura es de suma importancia, ya que con ella el pez mantiene su dirección y equilibrio. En esta etapa, hay un periodo de transición entre la absorción del saco vitelino y una alimentación muy activa. En vista de que no existen trabajos de esta especie sobre edad y crecimiento se considera esta información como un antecedente para investigaciones posteriores de la especie.

La comparación de longitudes medias retrocalculadas y las longitudes observadas (Tabla B) presenta diferencias de 1 cm en las clases de edad III, IV, V y VI en tanto que la edad VII no existe diferencias lo que se verificó con el método estadístico student "t", dentro del intervalo de confianza al 95%.

La tasa de crecimiento obtenida a partir de las longitudes medias retrocalculadas (Tabla 7), no refleja las características reales de la especie ya que esta presenta un crecimiento rápido y corta longevidad. Esto se atribuye a la fuerte sobreposición encontrada entre los grupos de edad IV, V y VI observada en la clave edad longitud (Tabla 10).

Por otra parte se estima que la población de H. jaquana puede estar formada por diez u once grupos de edad (dados por SLCA y ELEFANI, respectivamente), a pesar de que en nuestro caso tenemos representadas solo hasta la edad siete, debido tal vez a que la técnica de captura (chinchorro playero) realizada en el Puerto de Celestún Yucatán, limita la fracción susceptible de ser capturada.

En trabajos realizados por Saksena et al. (1972) se observó que los intervalos de crecimiento en larvas de sardina escamada se ven afectados con temperaturas del agua inferiores a 32 ° C, como lo muestra los incrementos medios del crecimiento que van de un intervalo de 0.056 mm/día a 21-23 ° C hasta un máximo 1.035 mm/día a 32 ° C. Por otro lado como se sabe, las fluctuaciones de temperatura del agua en regiones tropicales son casi constantes de un año con respecto a otro (Pickard and Emery, 1982) y dado que no fue posible obtener temperaturas del agua para el periodo de estudio, se utilizaron las de la temporada 1989-1990 (Herrera, 1989), donde se observó que oscilaron entre los 19-32 ° C disminuyendo en los meses de octubre a diciembre (Fig.12) lo que se manifiesta en la formación de uno de los anillos hialinos en el mes de diciembre (Fig 10). La formación de este anillo también se vio influenciado por su

anterior época de reproducción (octubre y noviembre), donde se observó una marcada actividad reproductiva de esta especie (Mexicano com.per.) función que modifica el metabolismo al canalizar la mayor parte de su energía hacia el desarrollo de las gonadas, en detrimento de otros procesos metabólicos que favorecen el crecimiento del pez tales como la adición de nueva proteína muscular que es primariamente responsable del incremento de talla en el pez así como del tejido óseo. (Nykolsky, 1963).

Se ha observado que en el mes de abril que caracteriza a la época de sequía (Fig 13) se forma un segundo anillo hialino que evidentemente refleja distintos procesos en el pez . Estos pueden ser: 1) Aumento de temperatura (Fig 12) y duración del día lo que prolonga el fotoperiodo, más alimento y por ende crecimiento, y 2) coincide con las épocas de reproducción lo que involucra mayores gastos energéticos hacia el metabolismo generativo de los peces adultos y juveniles lo que va acompañado de una movilización de calcio hacia las gónadas que debe reflejarse en la composición de las estructuras especialmente los otolitos, (Claro y García, 1987). Además se identificó la presencia de una mezcla de tallas lo que no ocurrió con el primer anillo. Esto indica que este segundo anillo se genera en toda la población.

En base a lo expresado anteriormente se puede interpretar que el anillo de diciembre que refleja bajas temperaturas es un anillo de reproducción ya que se encontraron solamente adultos en la muestra (Fig 10) mientras que el anillo de abril que caracteriza a la época de sequía es un anillo de crecimiento ya que estaba presente en una gran proporción de las tallas (Tabla 11).

El peso asintótico (W_{∞}) encontrado con los diferentes métodos indirectos fue igual en Cassie y Bhattacharya (Tabla 4) coincidiendo con los valores observados; esta similitud se debe a que ambos métodos partieron de cinco clases de edad. En el caso de los programas computacionales ELEFANI y SLCA se obtuvo un peso infinito igual al doble de los anteriores debido a que se consideraron más clases (once y diez respectivamente) es decir, el doble de las edades de los modelos de Cassie y Bhattacharya . Al comparar los W_{∞} de los métodos indirectos con los directos , el W_{∞} encontrado (106.65 grs) con los valores retrocalculados es similar a los obtenidos en ELEFANI y SLCA probablemente porque se partió de siete clases de edad.

Por otro lado, Martínez & Houde (1975) determinaron la edad a través de las escamas de Harengula jaguana encontrando que en la primavera de febrero a mayo o junio se

tenía el mínimo incremento marginal y sugiere que algunos individuos forman su anillo muy tempranamente como son los encontrados en el mes de febrero y otros tardan más tiempo alcanzando su formación en mayo o junio . En este trabajo, en otolitos de Harengula jaquana fué posible identificar los períodos de crecimiento rápido y lento através del "año", y por lo tanto validar la periodicidad con que se presentan los anillos. El mínimo incremento representado por el análisis de borde se produjo de marzo a mayo con el porcentaje más alto (83%) en el mes de abril (Fig 10). Esto coincide con los resultados obtenidos con escamas de sardinas escamudas del Sur de Florida, E.U.A.

De acuerdo al trabajo realizado y a los resultados obtenidos sobre la determinación de edad y crecimiento de vivita escamuda (Harengula jaquana, Poey 1865), durante la temporada 1986-1987, se cree que se han cumplido los objetivos planteados llegando a las siguientes conclusiones:

VII. CONCLUSIONES

1. El estudio realizado se considera como un resultado preliminar debido : 1) a que un año de datos se considera pequeño y el Área de estudio reducida dado que la especie es altamente migratoria y 2) debido a que la captura es selectiva ya que el chinchorro playero se usa solamente en las aguas someras cercanas a la costa y tiene preferencia por tallas grandes.

2. Los métodos indirectos de crecimiento sirven como primeras aproximaciones de la estructura de la población y se utilizan como métodos comparativos para validar la edad de los peces.

3. El método de Shepherd (1987) se considera como uno de los métodos indirectos más confiables ya que es menos subjetivo que los otros métodos aplicados por su enfoque netamente numérico.

4. En general la tasa de crecimiento con los métodos indirectos fue cercana a $k=.26$ siendo esta cantidad el doble del valor obtenido por medio de la lectura de otolitos ($K=.13$).

5. Los métodos indirectos además de ser subjetivos no permiten visualizar los eventos ocurridos durante la vida del organismo. Por el contrario esto se refleja en las estructuras duras usadas en los métodos directos quienes registran, los cambios temporales tales como las condiciones ambientales, maduración gonádica, cambios de comportamiento, entre otros. Estas variaciones provocan la presencia o ausencia del depósito de sales de carbonato de calcio indicando un crecimiento lento o rápido.

6. La técnica de quemado utilizada se considera adecuada para resaltar los anillos de crecimiento en otolitos y determinar la edad en Harengula jaquana.

7. El retrocálculo presenta una gran ventaja ya que además de obtener edades en tiempos pasados, aumenta el

tamaño de la muestra y por lo tanto la validez de los resultados, siempre y cuando se tenga una muestra representativa que refleje lo mejor posible a la población.

8. La tasa de crecimiento obtenidos de la lectura de otolitos fue: $k = .1317$, en los cuales se observaron dos anillos de reproducción siendo uno de ellos de formación anual, dicho parámetro no refleja las características de la especie debido a la fuerte sobreposición de las cohortes.

9. La formación del anillo anual en esta especie se comprobó a través del seguimiento marginal presentandose el mínimo incremento en el mes de abril en un 83% de las muestras analizadas.

10. La clave edad-longitud muestra una fuerte sobreposición entre los grupos de edad, siendo mayor entre las edades IV, V y VI.

11. En la estructura por edades de la muestra se presentaron VII grupos de edad y las mayores concentraciones de organismos se produjeron en las edades IV (28.1%), V (33.1%) y VI (28.5%) respectivamente.

12. La falta de datos ambientales, en particular de la columna de agua ha sido un obstáculo en poder interpretar más detalladamente la acción del medio ambiente en la formación de los anillos.

VIII. RECOMENDACIONES

1. La toma de muestra debe ser dirigida para estudios específicos (en este caso edad y crecimiento) de manera que se tenga representada la mayor parte de la población de Harenqula jaguana.

2. Continuar con estudios sobre edad y crecimiento en otolitos de Harenqula jaguana para verificar la formación de dos anillos de reproducción en un año.

3. Estudiar el patrón migratorio de H. jaguana para definir sistemas de captura precisos y apropiados al estadio de crecimiento.

4. Es necesario continuar con estudios sobre la biología y ecología de H. jaguana ya que aportaría información sobre este recurso.

5. Es deseable contar con información más precisa del medio ambiente acuático donde habita esta especie

IX. BIBLIOGRAFIA

IX.1. Bibliografía Citada

- Aguayo, H.M. y C.V. Djeda. (1987). Estudio de la edad y crecimiento de merluza común (*Merluccius gayi gayi*, Guichenot, 1848). Invest. Pesq. Chile. 34:99-112 p.
- Aguayo, H.M., R.Gil y V.Erbs. (1987). Estudio de edad y crecimiento en sardina (*Sardinops sagax*) del norte Chile. Invest. Pesq. Chile. 34:85-98 p.
- Aguilar- Salazar F. A. (1986). Determinación de la edad y estimación de la tasa de crecimiento del huachinango del Pacífico Mexicano (*Lutjanus peru*, Nichols y Murphy, 1922), por el método de lectura de escamas. Tesis (Lic.) UNAM. 1-44 p.
- Anderson, R.D. y Gutreuter, S.J. (1983). Length, weight and associated structural indices. Fisheries Techniques American Fisheries Society. Bethesda, Maryland. 283-299 p.
- Bagenal, T. and F. Tesch (1978). Age and Growth. In: T. Bagenal (Ed). Methods for fish production in freshwater 3rd. Ed. Blackwell. Scientific Publications Oxford.
- Beamish R.J. and G.A. McFarlane (1983). The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. Transactions of the American Fisheries Society. 112 (6): 735-743 p.
- Bhattacharya, C (1967). A simple of resolution of a distribution into Gaussian components Biometrics:115-133 p.
- Breder, C.M.Jr. (1948). Field book of marine fishes of the Atlantic Coast from Labrador to Texas. G.P. Putnam's Sons, New York; 332 p.
- Brey T. and D. Pauly (1986). Electronic Length Frequency Analysis. A revised and expanded user's guide to ELEFAN 0,1 and 2. ICLARM. Manila, Philippines. 1-50 p.

- Brothers E. B. (1979). Age and Growth studies on Tropical Fishes In: Roedel P.M. and S.B. Saila (Eds). Stock assessment for tropical small-scale fisheries. Proceedings of an International Workshop Held September at the University of Rhode Island, Kingston ,R.I. ICMRD. 119-135 p.
- Carranza, J. (1959). Los Recursos Naturales del sureste y su aprovechamiento la pesca. Inst. Mex. Rec.Nat.Ren. II Parte, tomo 3, Cap V. Mexico: 151-238 p.
- Cassie, E. (1954). Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distribution. Aust. Jour. of Mar. Fresh. Res. 5(3): 513-522 p.
- Christmas, J.Y. (1973). Estuarine vertebrates, Mississippi, p320-439. In J.Y. Christmas (ed) Cooperative Gulf of Mexico estuarine inventory and study. Mississippi.Miss.Mar.Conser.Comm: 434 p.
- Chugunova, N.I. (1963). Age and Growth Studies in Fish, Published for the National Science Foundation, Washintong, D.C. and Department of the Interior by the Israel for Scientific Translations. pp.
- Claro, R. y García, J. (1987). Congreso Nacional de Ciencias del Mar. Instituto de Oceanología de la Academia de Ciencias de la Habana, Cuba. 50-55 p.
- Dannevig, A. (1933). On the Age and Growth of the Cod (Gadus callarias L.) from the Norwegian Shagenack Coast. Rep.Noprw.Fish and Mar.Inv. 4(1): 1-155.
- Dawson, W.A. (1986). La interpretación de las estructuras en otolitos para la estimación de edad y crecimiento de algunos peces pelágicos del ecuador. Inst.Nal. Pesca. Guayaquil-Ecuador. 9(1): 7-25 p.
- Dayaratne, P. and J. Bjosaeter (1986). Age and Growth of four Sardinella species from Sri Lanka, Fish. Res. 4: 1-33 p.
- FAO (1982). Metodos de recoleccion y analisis de datos de tallas y edad para la evaluacion de poblaciones de peces. FAO, Circ.Pesca. (736): 101 p.
- FAO (1985). Species Catalogue. Clupeoid Fishes of the world (Suborder Clupeoidei). Rome.No.125,7(1);26-72 p.
- Guitart, J.D. (1974). Sinopsis de los peces marinos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Inst. de Oceanologia. Cuba. tomo I. La habana.110 p.

- Gunter, G. (1945). Studies of marine fishes of Texas.Univ.Tex.Publ.Inst.Mar.Sci. 1:1-190 p.
- Gulland, J.A. (1971). Manual de métodos para la evaluación de poblaciones de peces. FAO, Madrid, España. 164 p.
- Herrera, S.J. , de la Cruz, G. y D. Valdez. (1989). Estudio Integral del ecosistema costero lagunar de Celestun, Yucatan. CINVESTAV, Unidad Merida.
- Houde, E.D. (1977a). Abundance and Potential yield of the round herring, Estrumeus teres, and aspects of its early life history in the eastern Gulf of Mexico. Fish Bull., V.S. 75:61-89 p.
- Houde, E.D. (1977 b). Abundance and Potential yield of the scaled sardine, Harengula jaguana and aspects of its early life history in the eastern Gulf of Mexico. Fish Bull., V.S. 75: 613-628 p.
- Infante, S.G. y Zárate de Lara. (1986). Métodos estadísticos. Ed. trillas. 2a. Edo. Mex. 437-448 p.
- Jearld, A. (1983). Age determination. In: L.A. Nielsen and D.L. Johnson (Eds). Fisheries Techniques. Am. Fish. Soc. 301-324 p.
- Martinez S. and E.D. Houde (1975). Fecundity, Sexual maturation and spawning of scaled sardine (Harengula jaguana, Poey). Bulletin of Marine Science. 25(1): 35-45 p.
- Mexicano, C. G. (1989). Aspectos reproductivos de los clupeidos Harengula jaguana y Ophistonema oglinum de las costas de Celestun, Yucatan. CINVESTAV Merida, Yuc. Mexico. 1-8 p.
- Moe, M.A. (1969). Biology of the red grouper Epinephelus morio (Valenciennes). From the eastern Gulf of Mexico. Florida Dept of Nat. Resources. Marine Research Lab. Prof. Pap Series. 10:95 p.
- Olvera, R.M. y A. Cid del Prado. (1983). Identificación de larvas y juveniles de las familias Engraulidae y Clupeidae, de las pesquerías del Puerto de celestun, Yucatan. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Sria de Pesca. Mexico. (4):1-125 p.
- Pauly, D. (1983). Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAD. Doc. Tec. Pesca. (234) 1-49 p.

- Perry, W.G., and D.L. Boyes (1978). Menhaden and other coastal pelagic fishes, p 169-206. IN J.Y. Christmas (ed), Fishes Resource Assessment and Monitoring, Gulf Coast Laboratory, Ocean Springs, Miss. Report PL 309 Proj.
- Pickard G.L. and W.J. Emery (1982). Descriptive physical oceanography. Pergamon Press. 4th (SI) Enlarged Edition. Great Britain. 50-76 p.
- Pitcher, T. and P. Hart (1982). Fisheries Ecology. AVI.PUB.COMP. Inc. U.S.A.
- Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Board. Can. 191: 149-172 p.
- Rivas, L.R. (1964). Genus Harengula Cuvier and Valenciennes, 1847. Sardines p386-396. In H.B. Bigelow (ed). Fishes of the western north Atlantic. Mem. Sears found. Res. Yale. Univ. 1:(3).
- Saksena, Visunu.P.; Ch. Steinmetz. and E.D. Houde. (1972). Effects of Temperature on Growth of Laboratory-Reared Larvae of the Scaled Sardine, Harengula pensacolae Good and Bean. Department of Biology. Muskingum college. New Concord, Ohio. 691-695 p.
- Secretaría de Marina, (1979). Cartas Náuticas SM 701, SM 800.
- SEPESCA, (1985). Memoria de la Infraestructura Portuaria y Pesquera en el Estado de Yucatán: Serie Tecnológica No.23
- Shepherd, J.G. (1987). A weakly parametric for the analysis of length composition data. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Directorate of Fisheries Research. Fisheries Laboratory. Lowestoft, Suffolk.
- Sierra, L.M. y Díaz-Zaballa, (1984). Alimentación de dos especies de sardina Harengula humeralis (Cuvier, 1829) y Harengula clupei (Cuvier, 1829) en la costa N de la Ciudad de La Habana (rada del Instituto de Oceanología). Reporte de Investigación del Inst. de Oceanología. No25.1-18 p
- Sokal, R. and F. Rohlf. (1981). Biometry. The principles and practice of statistics in Biological research. 2ed. W.H. Freeman and Company. N.Y. 145-152 p.

Uchupi, E. (1973). Eastern Yucatan Continental Margin and Western Caribbean Tectonics. The American Association of Petroleum Geologists. Bulletin, Vol. 57 (6): 1075-85 p.

Von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth. Hum. Biol., 10(2):181-213 p.

Weathearly, A. and Rogers (1978). Ecology of freshwater fish production. Blackwell Scient. Publs. 52-75 p.

Yañez-Arancibia, A. y P. Sanchez-Gil, (1986). Los peces demersales de la plataforma continental, ecología y evaluación de las especies, poblaciones y comunidades del sur del Golfo de México. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. Publ. Esp. 9:1-230 p.8

IX.2. Bibliografía Consultada.

Barger, L.E., (1985). Age and Growth of Atlantic croaker in the Northern Gulf of Mexico; Based on Otolith Sections. Transactions of the American Fisheries Society. 144:847-850.

Beason, M.A. Rosenberg and Beddington. (1988). The accuracy and reliability of the two new methods for estimating growth parameters from length-frequency data. J. Cons. Inst. Explor. 44:277-285 p.

Bayley, P.B. (1977). A method for finding the limits of application of the Von Bertalanffy Growth model and statistical estimates of the parameters. Journal of the Fisheries Research Board of Canada; 34(8): 1079-1084 p.

Cantarell, E.E. (1982). Determinación de la edad y el ritmo de crecimiento del "Pargo Canane" (Ocyurus chrysurus; Bloch, 1971) en el litoral del estado de Yucatán; México 1980-1981. Tesis (Lic) ENEP Iztacala. México. pp.

- Delegación Federal de Pesca, (1988). Información Básica de la Actividad Pesquera en Yucatán. Dpto de Desarrollo Pesquero del Gobierno del Estado. 59p.
- Everhart, W.H. and W.D. Youngs (1981). Principles of Fishery Science. Comstok Publishing Associates; a division of Cornell University Press; Ithaca and London. 61-88 p.
- García-Crespo R. y G. González (1985). La Ordenación Pesquera y la Pesquería en el Golfo de California. Técnica Pesquera. B (210). 21-25 p.
- Gjosaeter J. et. al. (1984). Ageing tropical fish by growth rings the otoliths. FAD. Fish. Circ. (776):54 p
- Hoyer. M.V. ; J.V. Shireman and M.J. Maicena (1985). Use otoliths of Largemouth bass in Florida. Transaction of the American Fisheries Society. 114 (2): 307-309 p.
- Instituto Nacional de la Pesca, (1985). Sardinias. Diagnóstico y Perspectivas. 1-17 p.
- Lambert. T.C. (1987). Duration and intensity of spawning in herring Clupea harengus as related to the age structure of mature population. Marine Ecology. Prog.Ser. 39;209-220 p.
- Menon, M.D. (1969). The use of bones; other than otoliths; in determining the age and growth-rate of fishes. J.Cons.Inst.Expl.Men.; 16(3):321-335 p.
- Nikolsky. G.V. (1963). The Ecology of Fishes. Department of Ichthyology; Biology-Soil Faculty Moscow State University. A.P. London. 187-225 p.
- Pauly D. (1979). Theory and Management of Tropical Multispecies Stocks. A review; with emphasis on the Southeast Asian demersales fisheries. ICLARM. Manila Philippines. 1-34 p.
- Pauly D. and J.f. Caddy (1985) . A modification of Bhattacharyas method for the analysis of mixtures of normal distributions. Food and Agriculture Organizations of the United Nations. Rome. 1-16 p
- Reintjes. J.W. (-). Pelagic Clupeoid and Carangid Resources for Fishery Development in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. Beaufort Laboratory Southeast Fisheries Service. Beaufort; N.C.38-49 p.
- Samuel M.; Mathews,C.P. and Bawazeer,A.S. (1985). Aging and validation of age from otoliths for warm water

species of fish from the Arabian Gulf. Mariculture and Fisheries Research State of Kuwait.1-16 p.

Shaw, R.F. and D.L. Drullinger (-). Early life profiles;seasonal abundance and distribution of four species of clupeid larvae from the northern Gulf of Mexico .U.S.A. 1-69 p.

Shepherd, J.G. (1987). A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data. ICLAMAR. Manila, Philippines and Kuwait Institute for Scientific Research; Safat, Kuwait. 113-119 p.

Weisberg. S. and R.V. Frie (1987). Linear Models for the growth of fish. In: Age and Growth of Fish. Summerfelt and Gordon (Eds). Iowa State University Press;Ames. 127-143 p.

Whithehead,P.J.P. (1973). The clupeoid fish of the Guianas Bull.Br. Mus.Nat.Hist. (Zool). Suppl. 5:41-45 p.

TABLAS

Y

FIGURAS

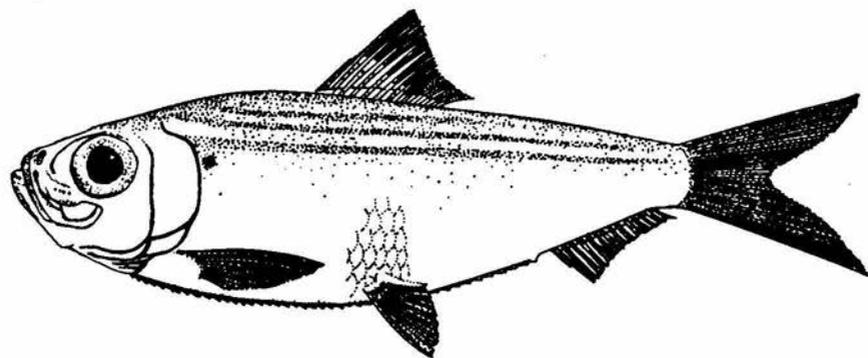


Fig. 1 Harengula laauana, Poey 1865 (Vivita escamuda)

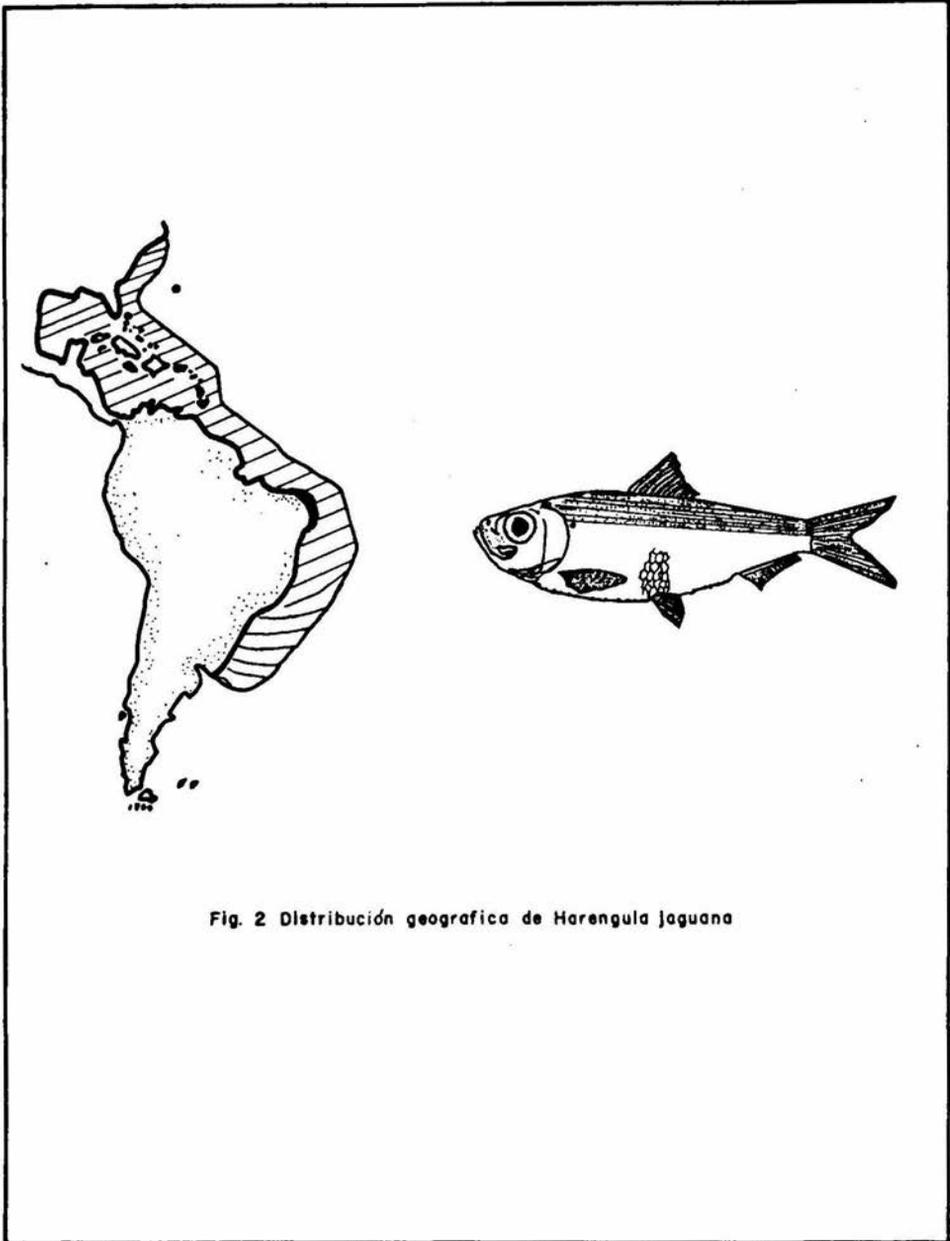


Fig. 2 Distribución geografica de *Harengula jaguana*



Fig. 3 Area de estudio, Puerto de Celestún, Yucatán, México.

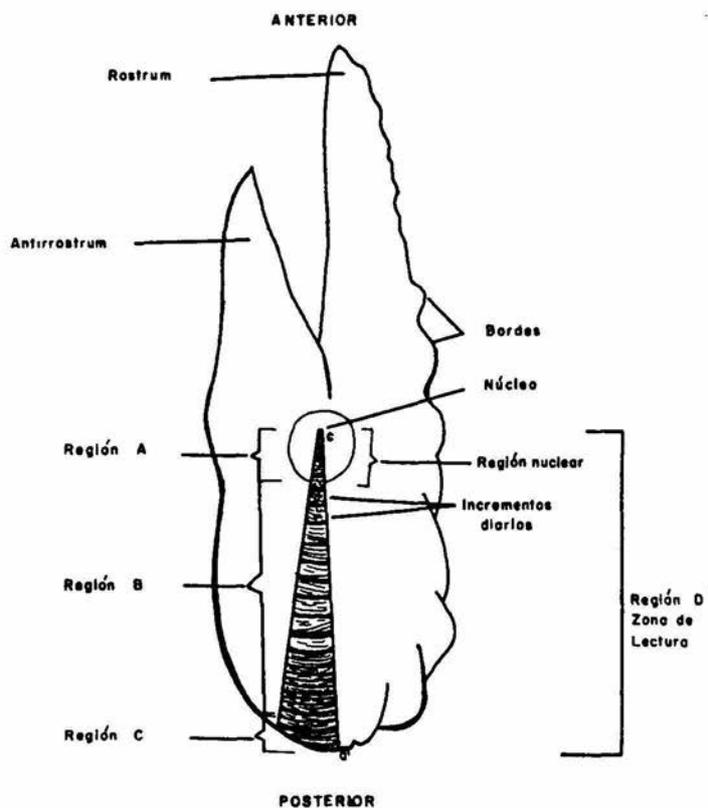


Fig. 4 Esquema del otolito saggitae de *Harengula jaguana*. Los anillos se muestran a lo largo de la sección sobre la cual fué realizado el conteo (a-a'). Es el eje en el cual fué medido el radio.

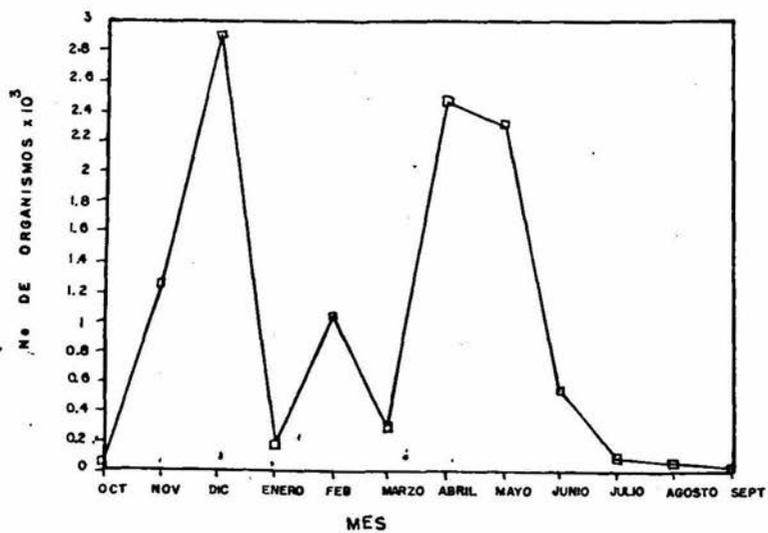


FIG 5. ESTACIONALIDAD DE LA ABUNDANCIA DE LOS ORGANISMOS MUESTREADOS EN 1986-1987 DE Herengula joguana CAPTURADA EN EL PUERTO DE CELESTUN, YUCATAN, MEX.

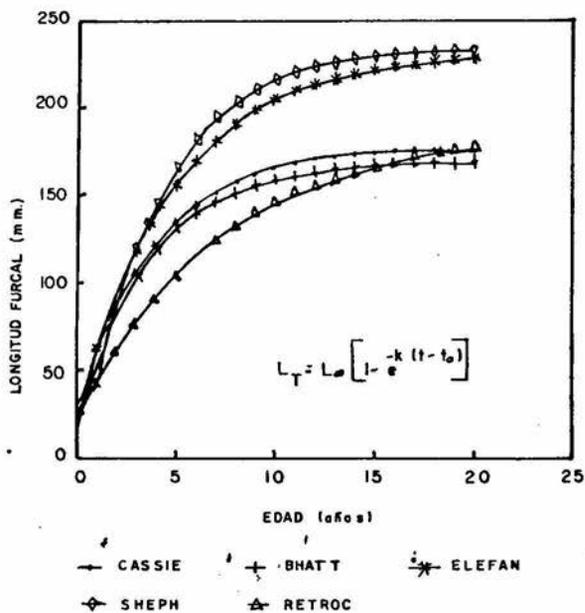
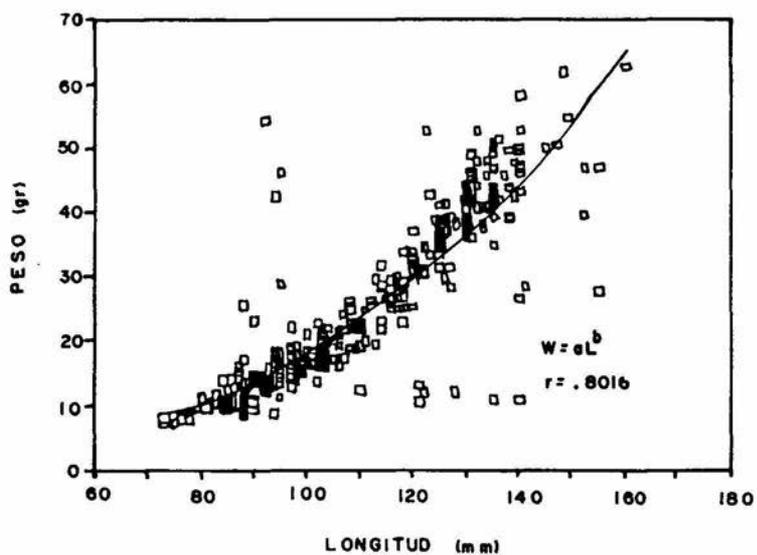


FIG 6 CURVA DE CRECIMIENTO EN LONGITUD
 OBTENIDA POR METODOS INDIRECTOS PARA
Merogale jaguana



$$a = .00034$$

$$b = 2.848718$$

$$W = aL^b$$

FIG 7. RELACION PESO - LONGITUD DE M. jaguana
TEMPORADA 1986 - 1987 CAPTURADA EN EL
PUERTO DE CELESTUN, YUC.

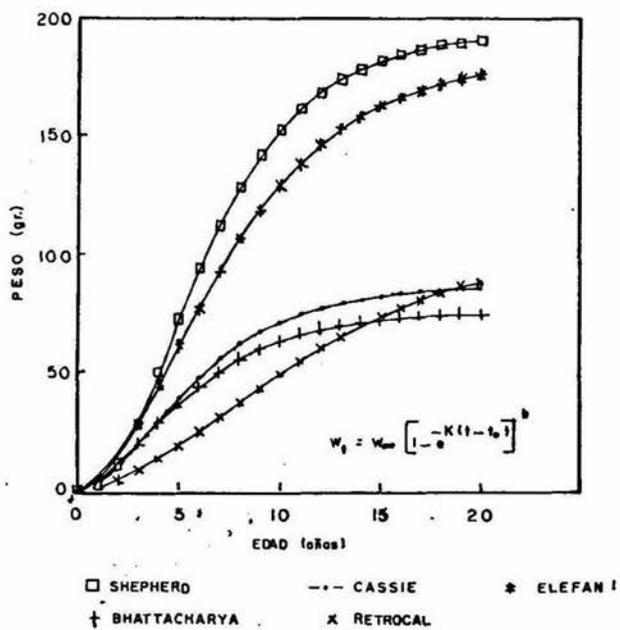


FIG 8. CURVA DE CRECIMIENTO EN PESO OBTENIDA POR DIFERENTES METODOS PARA Morengule jaguane

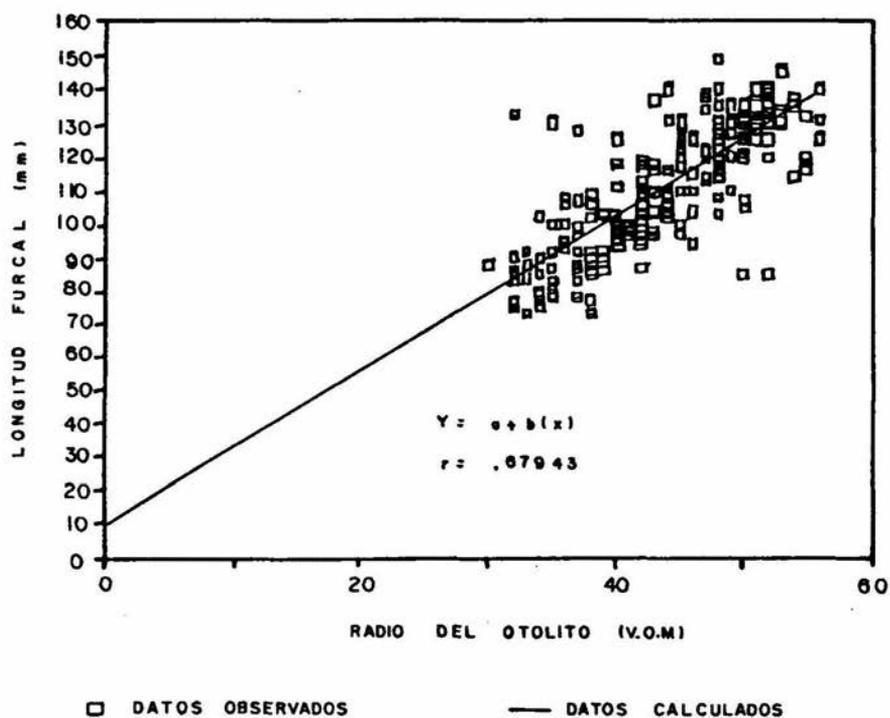


FIG. 9 RELACION RADIO DEL OTOLITO - LONGITUD DEL PEZ
 EN H. Juguana TEMPORADA 1986 - 87

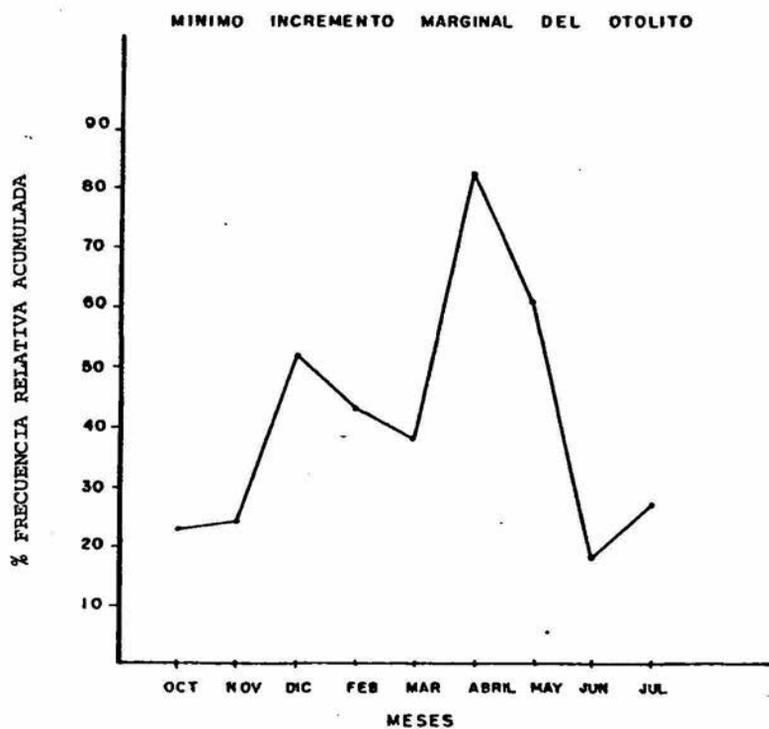
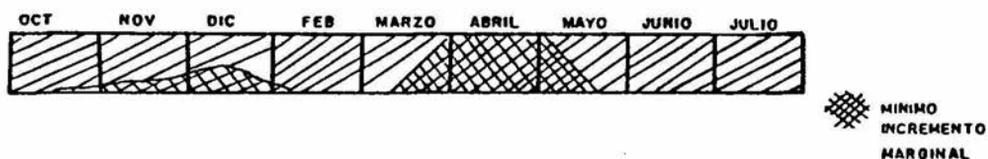


FIG 10 PORCENTAJE DE OTOLITOS CON MARGEN HIALINO EN EL BORDE DEL OTOLITO POR MES PARA Merengula jaguano CELESTUN 1986 - 1987

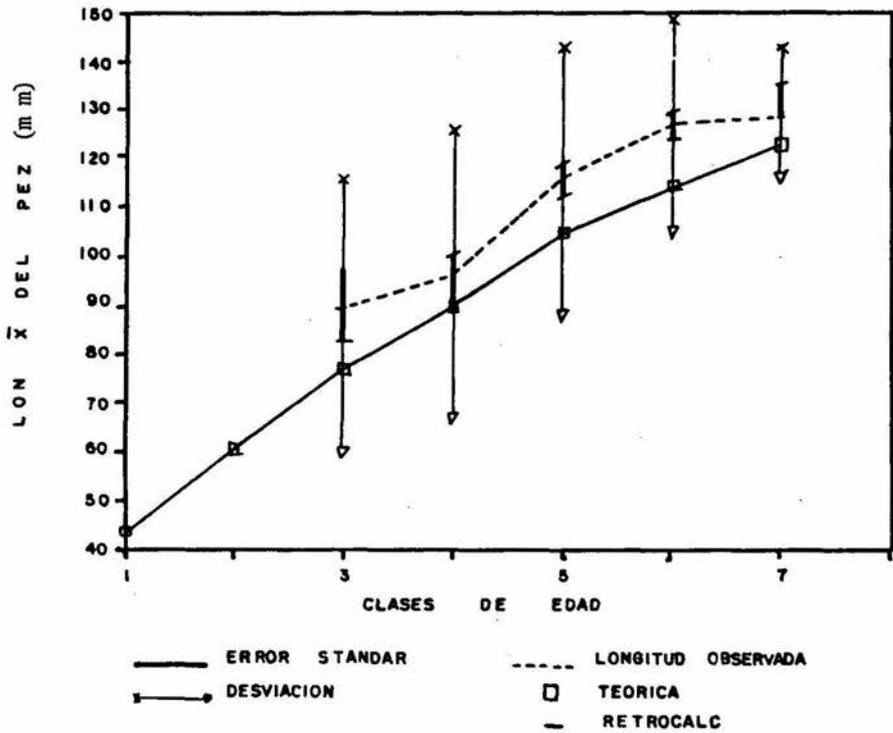


FIG II COMPARACION DE CLASES DE EDAD Y LONGITUD OBSERVADAS, RETROCAL, RETROCAL CON V.B. CON SUS RESPECTIVOS DESVIACION Y ERROR ESTANDAR.



Fig. 12 Temperatura media del agua en el puerto de Celestún durante la temporada 1989-1990.

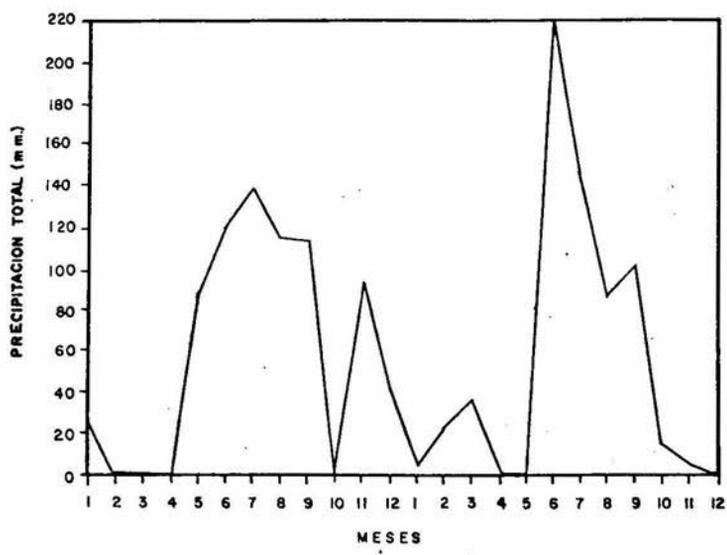


Fig. 13 Lluvia total en mm. durante la temporada
1986-1987

TABLA 1. NUMERO DE ORGANISMOS MUESTREADOS DE Harengula jaguana EN LOS DIFERENTES MESES DE LA TEMPORADA 1986-1987.

MES	NUMERO DE ORGANISMOS	LONG MIN (mm)	LONG MAX (mm)
OCTUBRE	53	74.5	146.5
NOVIEMBRE	1258	68.5	188.5
DICIEMBRE	2906	62.5	200.5
ENERO	182	80.5	146.5
FEBRERO	1046	56.5	170.5
MARZO	291	50.5	140.5
ABRIL	2473	62.5	176.5
MAYO	2314	56.5	194.5
JUNIO	543	62.5	146.5
JULIO	95	50.5	140.5
AGOSTO	55	74.5	212.5
SEPTIEMBRE	16	74.5	146.5
TOTAL= 11,232			

TABLA 2. CLASES DE EDAD OBTENIDAS POR LOS METODOS INDIRECTOS DE CASSIE Y BHATTACHARYA.

GRUPO DE EDAD	CASSIE (m m)	BHATTACHARYA (m m)
I	81.00	86.68
II	104.22	104.22
III	119.22	120.01
IV	133.83	132.24
V	144.00	139.77
VI	--	--
VII	--	--
Linfin	177.38	169.04
to	-1.3061	-1.7322
K	0.260	0.259

TABLA 3. RELACION EDAD-LONGITUD (mm) CALCULADA POR DIFERENTES METODOS EN Harengula jaguana Y LOS PARAMETROS ESTIMADOS PARA LA ECUACION DE VON BERTALANFFY.

EDAD	CASSIE	* BHATTA	ELEFAN I	SHEPHERD	RETROCALC
0	13.77	29.25	21.81	17.09	21.43
1	51.73	61.21	60.58	40.63	42.33
2	80.89	85.85	92.17	85.13	60.64
3	103.28	104.87	117.90	119.44	76.70
4	120.47	119.54	138.86	145.90	90.78
5	133.67	130.85	155.94	166.30	103.12
6	--	--	169.85	182.03	113.93
7	--	--	181.19	194.15	123.41
8	--	--	190.42	203.51	--
9	--	--	197.94	210.72	--
10	--	--	204.07	216.28	--
11	--	--	209.06	--	--
K	0.2640	0.2595	0.2050	0.2600	0.1317
Lmax	177.38	169.05	231.00	235.00	190.77
to	-0.3061	-0.7322	-0.4837	0.2700	-0.9047

* BHATTACHARYA

TABLA 4. RELACION EDAD-PESO (gr) CALCULADA POR DIFERENTES METODOS EN H. jaguana Y LOS PARAMETROS ESTIMADOS PARA LA ECUACION DE VON BERTALANFFY.

EDAD	CASSIE	BHATTACHA	ELEFAN I	SHEPHERD	RETROCALCULO
0	0.06	0.51	0.22	0.11	0.21
1	2.59	4.18	4.06	1.30	2.62
2	9.26	10.97	13.43	10.71	7.29
3	18.57	19.40	27.08	28.10	14.23
4	28.79	28.16	43.16	49.68	23.00
5	38.72	36.44	60.06	72.13	33.07
6	--	--	76.61	93.31	43.93
7	--	--	92.09	112.13	55.17
8	--	--	106.10	128.21	--
9	--	--	118.48	141.58	--
10	--	--	129.22	152.48	--
11	--	--	138.43	--	--
$W=aL^b$ $a=0.00034$ $b=2.8487$					
Wmax	86.68	75.58	183.95	193.71	106.65

TABLA 5. LONGITUD MINIMA Y MAXIMA (mm) DE ORGANISMOS DE LOS CUALES SE COLECTARON OTOLITOS EN LOS DIFERENTES MESES DE LA TEMPORADA 1986-1987.

MES	LONG. MIN. (mm)	LONG. MAX. (mm)
OCTUBRE	120	140
NOVIEMBRE	75	145
DICIEMBRE	101	149
FEBRERO	73	137
MARZO	79	135
ABRIL	75	140
MAYO	94	126
JUNIO	73	140
JULIO	86	131

LONG. MIN. = Longitud mínima (mm)
LONG. MAX. = Longitud máxima (mm)

TABLA 6. LONGITUDES MEDIAS (mm) RETROCALCULADAS PARA Harengula jaguana CAPTURADA EN EL PUERTO DE CELESTUN.

EDAD	L(1)	L(2)	L(3)	L(4)	L(5)	L(6)	l(7)
III	44.3	65.5	81.0	--	--	--	--
IV	42.5	59.6	74.9	88.3	--	--	--
V	44.0	62.6	81.0	94.6	108.0	--	--
VI	42.7	60.5	78.3	93.0	106.7	117.6	--
VII	40.4	53.4	67.9	81.9	98.8	110.9	123.0
LONGITUD OBSERVADA							
			89.6	96.3	115.9	127.0	129.6
LONGITUD RETROCALCULADA							
	42.8	60.3	76.8	89.4	104.5	114.3	123.0
INCREMENTO MEDIO							
		17.5	16.5	12.6	15.1	9.8	8.7
N	217	217	217	210	139	67	5

TABLA 7. RELACION PESO-LONGITUD ESTIMADA A PARTIR DEL RETROCALCULO EN OTOLITOS PARA Harengula jaguana.

EDAD	LONGITUD (mm)	PESO (gr)
0	21.43	0.21
1	42.33	2.62
2	60.64	7.29
3	76.70	14.23
4	90.78	23.00
5	103.12	33.07
6	113.93	43.93
7	123.41	55.17
K	.1317	
L _{oo}	190.77	
t ₀	-.9047	
a	.000034	
b	2.8487	
w _{max}		106.65

TABLA 8. LONGITUDES MEDIAS (mm) OBSERVADAS, RETROCALCULADAS Y ESTIMADAS POR EL MODELO DE VON BERTALANFFY.

GRUPO EDAD	LONG. OBSERV.	D.S	E.E.	LONG. RETROCAL	LONG. TEORICA
I				42.8	42.8
II				60.3	60.3
III	89.6	13.3	3.3	76.8	76.8
IV	96.3	14.7	1.9	89.4	89.4
V	115.9	13.9	1.6	104.5	104.5
VI	127.0	11.1	1.4	114.3	114.3
VII	129.6	6.7	3.0	123.0	123.0

D.S. = DESVIACION ESTANDAR

E.E. = ERROR ESTANDAR

TABLA 9. PRUEBA ESTADISTICA "t" STUDENT ENTRE LOS GRUPOS DE EDAD RETROCALCULADOS Y OBSERVADOS.

GRUPO EDAD	Y	Mo	S	n	t /2	to	P.H.
III	89.6	76.8	13.3	17	1.7	3.9	M#Mo
IV	96.3	89.4	14.7	61	1.6	3.6	M#Mo
V	116.0	104.5	13.9	72	1.6	7.0	M#Mo
VI	127.0	114.3	11.1	62	1.6	8.9	M#Mo
VII	129.6	123.0	6.7	5	2.7	2.1	M=Mo

$$t_o = Y - Mo / S \cdot n$$

PRUEBA DE HIPOTESIS:

Ho ; M = Mo

Ha ; M # Mo

RECHAZAR Ho SI $t_o > t /2 (n-1)$

TABLA 10. CLAVE EDAD-LONGITUD DE VIVITA ESCAMUDA (Harengula jaguana) CAPTURADA EN EL PUERTO DE CELESTUN.

* LF/EDAD	III	IV	V	VI	VII	TOTAL
74	1	1				2
80	2	5				7
86	4	8				12
92	6	11	1	2		20
98	4	11	5	0		18
104		12	13	0		25
110		4	7	2		13
116		0	10	3		13
122		4	10	7	1	22
128		1	10	11	1	23
134		3	8	19	0	32
140		1	4	15	2	20
146			3	3	1	7
152			1			1
158						
TOTAL	17	61	72	62	7	217

* LONGITUD FURCAL (m m).

TABLA 11. PORCENTAJE DEL INCREMENTO MARGINAL PRESENTE O AUSENTE EN EL BORDE DEL OTOLITO.

MES	P	%	A	%	N
1	4	24	13	76	17
2	7	24	22	75	29
3	14	52	13	48	27
5	9	43	12	57	21
6	10	38	16	62	26
7	20	83	4	17	24
8	14	61	9	39	23
9	5	18	23	82	28
10	6	27	16	73	22
TOTAL	89		128		217

P = ANILLO PRESENTE EN EL BORDE DEL OTOLITO

A = ANILLO AUSENTE DEL BORDE DEL OTOLITO.

% = PORCIENTO DE INDIVIDUOS

N = NUMERO DE INDIVIDUOS EN LA MUESTRA.

1 = Octubre
 2 = Noviembre
 3 = Diciembre
 5 = Febrero
 6 = Marzo
 7 = Abril
 8 = Mayo
 9 = Junio
 10 = Julio

ANEXO I
METODOS INDIRECTOS

MÉTODOS INDIRECTOS PARA OBTENER EDAD Y CRECIMIENTO.

Método de Cassie (1954). Basado en el gráfico de frecuencias relativas acumuladas de tallas en papel probabilidad, asume que las clases de edad presentan una distribución normal y permiten separar los componentes de una curva polimodal, asignándole una clase de edad a cada una.

Con este método se identificaron los cambios súbitos en la pendiente, los que se interpretan, como puntos de inflexión, y que representan los puntos de separación entre dos grupos de edades sucesivas. A continuación se determinaron las longitudes medias de cada una de esas clases de edad y se hizo pasar una recta por cada uno de los grupos encontrados entre puntos de inflexión de tal manera que dichas rectas cruzarán la línea vertical de 50% del gráfico de Cassie. De esta manera, trazando a partir de estos puntos una serie de líneas paralelas al eje de las abscisas y haciéndolas cruzar en el eje de las ordenadas se encontró la longitud media correspondiente a cada grupo de edad.

Bhattacharya (1967). Método gráfico basado en la transformación logarítmica de las frecuencias y sus diferencias, obteniéndose de esta manera una dispersión de puntos en los que se identifican las tendencias lineales con pendiente negativa cuya intersección con el eje de las "x" corresponde a un grupo de edad.

ELEFAN 1. Electronic Length Frequency Analysis (Brey and Pauly, 1986), el cual es utilizado para estimar los parámetros de crecimiento (k , L_{max}) por medio de la reestructuración de los datos de la muestra, haciendo una determinación objetiva de los picos correspondientes a las clases de edad presentes. Este método no asume distribución

normal en las modas que ocurren en la distribución y su validez se basa los siguientes supuestos:

- La muestra es representativa.
- El patrón de crecimiento individual es el mismo año tras año.
- El crecimiento individual promedio es descrito por la ecuación de Von Bertalanffy.
- Todos los peces de la(s) muestra(s), tienen la misma longitud a la misma edad.

Para la realización de este método, se utilizó el programa correspondiente, implementado en una microcomputadora, introduciendo un máximo de 30 clases de edad por mes, obteniéndose así los parámetros de crecimiento anuales.

Para obtener el valor de t_0 (parámetro de ajuste, que representa la longitud que el pez tendría a la edad cero) se utilizó la ecuación de Pauly (1983) introduciendo los valores de k y L_{max} dados por el ELEFAN 1. La ecuación es la siguiente:

$$\log (-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \log (L_{max}) - 1.038 \log k$$

con logaritmos de base diez en todos los casos.

SLCA . Shepherd's Length Composition Analysis
(Shepherd, 1987) el cual es conceptualmente parecido al ELEFAN 1, utiliza toda la información contenida en la distribución de frecuencias. Dicho programa propone un coeficiente de correlación entre la curva teórica y la observada por medio de una función de prueba que si es positiva y grande se considera como evidencia en favor a los parámetros elegidos y si es negativa como evidencia en contra. No necesita de parámetros específicos los cuales pueden ser dudosos y provee una indicación directa de los valores de k , L_{max} y t_0 junto con una indicación de su probable precisión.

ANEXO II

LECTURA DE ANILLOS DE CRECIMIENTO

LECTURA DE ANILLOS DE CRECIMIENTO EN OTOLITOS DE *Sarongula jagosa*.

PEZ No.	MES COLEC	LONO PEZ	PESO PEZ	PESO OTOLITO (mgx1000) (S.U.N)	LARGO OTOLITO	ANILLO No	ANILLOS							DISTANCIA FOCO-BORDE
							A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	
1	1	125	35.33	0	102	6	19	25	30	37	43	47	0	51
2	1	120	30.28	0	110	7	20	26	32	35	41	47	53	55
4	1	125	35.85	0	105	6	18	27	33	37	42	47	0	52
5	1	130	40.26	0	104	6	17	22	32	37	42	47	0	52
6	1	125	34.23	0	91	5	19	26	34	38	42	0	0	45
7	1	125	37.30	3.7	96	5	20	25	31	36	42	0	0	48
8	1	130	40.42	3.7	90	5	15	21	29	33	39	0	0	45
9	1	125	35.43	38	105	6	21	26	35	43	47	50	0	52
10	1	120	28.99	3	99	5	17	22	35	42	45	0	0	49
11	1	130	35.89	0	103	6	19	25	33	39	45	48	0	51
12	1	130	40.65	0	100	6	17	22	29	34	41	45	0	50
14	1	135	46.15	6.4	104	6	18	25	31	37	44	46	0	52
16	1	140	46.51	4.5	102	5	21	29	34	40	46	0	0	51
17	1	130	35.5	0	99	4	21	28	39	46	0	0	0	49
18	1	125	35.02	0	101	5	18	27	37	44	48	0	0	50
19	1	140	46.1	0	88	5	22	27	35	41	43	0	0	44
2	2	135	32.82	0	100	6	19	26	32	37	43	47	0	50
3	2	130	37.9	3.7	102	6	15	25	33	38	43	47	0	51
4	2	125	33.99	0	100	6	16	25	31	36	43	47	0	50
5	2	130	36.8	0	100	6	15	22	27	34	42	47	0	50
6	2	120	31.14	0	91	5	18	28	34	38	43	0	0	45
7	2	125	35.98	0	104	6	17	25	33	41	45	50	0	52
8	2	120	31.98	0	97	5	16	23	36	42	46	0	0	48
9	2	125	37.24	0	101	6	20	27	32	37	42	46	0	50
10	2	95	14.56	0	72	3	20	27	31	0	0	0	0	36
11	2	135	48.74	6.1	98	6	16	29	33	37	43	47	0	49
12	2	110	21.76	0	90	5	21	27	34	40	44	0	0	45
13	2	125	36.09	0	102	6	16	25	33	39	43	45	0	51
14	2	130	36.33	0	100	6	17	27	34	39	43	47	0	50
15	2	135	41.06	4	105	6	16	22	29	36	44	48	0	52
16	2	125	34.37	3.6	100	6	19	26	32	37	42	47	0	50
17	2	120	32.23	0	98	6	19	25	32	37	42	47	0	49
18	2	130	43.75	0	106	6	17	27	32	40	45	49	0	53
19	2	135	36.73	3.3	106	6	16	26	33	39	44	47	0	54
20	2	145	42.7	4.2	106	6	19	27	38	43	47	51	0	53
22	2	125	36.89	0	112	7	18	24	32	38	44	49	53	56
23	2	135	41.46	0	103	6	19	25	30	35	40	45	0	51
24	2	85	9.83	0	100	6	15	23	28	32	38	45	0	50
25	2	130	38.67	1.3	70	4	13	20	27	32	0	0	0	35
26	2	130	37.13	6.3	104	6	21	26	32	38	43	47	0	52
27	2	120	31.6	3.6	104	6	19	28	35	40	45	50	0	52
28	2	125	40.47	0	96	5	16	26	33	39	45	0	0	48
30	2	125	34.64	0	80	4	14	21	28	33	0	0	0	40
31	2	85	11.42	0	104	6	16	23	29	33	39	44	0	52
32	2	75	7.7	0	65	4	16	21	26	30	0	0	0	32
1	3	119	24.45	2.5	84	4	22	31	36	40	0	0	0	42
2	3	134	39.94	0	94	5	17	24	30	38	44	0	0	47
3	3	139	41.73	0	94	5	14	22	31	37	43	0	0	47
5	3	135	38.93	3.2	96	6	19	25	31	30	38	44	0	48
6	3	149	54.24	0	96	5	20	27	34	40	46	0	0	48
7	3	117	29.26	0	90	5	16	22	28	36	42	0	0	45
8	3	133	36.86	3.7	106	6	15	24	33	42	46	51	0	53
9	3	140	49	0	96	6	16	23	31	38	43	46	0	48
10	3	131	41.48	6.2	100	6	17	22	29	39	44	49	0	50

11	3	131	48.39	3.5	96	6	16	23	31	39	44	47	0	48
12	3	136	41.32	0	104	6	20	26	33	39	46	50	0	52
13	3	130	39.38	0	96	6	20	26	31	35	42	46	0	48
14	3	122	33.68	2.9	96	3	15	23	31	41	45	0	0	48
15	3	125	34.6	3.1	92	3	18	29	35	4	43	0	0	46
16	3	126	36.65	0	100	6	16	22	31	38	44	47	0	50
17	3	131	35.41	0	98	3	15	21	27	37	42	0	0	44
18	3	115	25.59	2.2	92	3	19	27	35	40	44	0	0	44
19	3	123	32.71	0	90	3	14	20	28	37	43	0	0	45
20	3	118	26.34	0	90	4	17	28	33	38	0	0	0	40
21	3	133	40.05	3.2	96	3	15	24	35	41	45	0	0	48
22	3	133	40	3	96	3	18	23	31	39	45	0	0	48
23	3	138	38.64	0	94	3	17	25	32	38	43	0	0	47
24	3	131	40.45	0	100	6	16	22	30	37	43	47	0	50
25	3	139	47.26	3.8	104	6	16	23	35	43	47	50	0	52
26	3	127	38.38	3.2	96	6	17	22	30	36	41	46	0	48
28	3	116	25.09	2.5	88	3	18	25	31	36	41	0	0	44
29	3	101	16.96	0	84	4	18	25	33	39	0	0	0	42
2	5	133	37.8	0	64	3	19	25	30	0	0	0	0	32
3	5	128	37.29	0	74	4	15	24	29	34	0	0	0	37
4	5	117	26.71	0	96	6	15	23	29	36	42	46	0	48
5	5	137	45.18	0	86	4	16	25	33	39	0	0	0	43
7	5	132	39.59	3.3	100	6	15	24	29	37	42	46	0	50
9	5	118	26.46	0	96	3	17	22	32	40	45	0	0	48
10	5	118	28.44	0	86	4	16	26	34	39	0	0	0	43
11	5	103	17.17	0	78	4	20	28	35	37	0	0	0	39
12	5	107	20.97	0	74	4	14	20	27	33	0	0	0	37
13	5	109	21.25	0	76	4	15	21	28	35	0	0	0	38
14	5	106	18.41	0	76	4	15	20	28	34	0	0	0	36
15	5	100	15.75	1.8	72	4	14	24	30	34	0	0	0	36
17	5	100	15.52	0	70	4	14	22	28	33	0	0	0	35
19	5	92	11.38	0	66	4	15	21	26	30	0	0	0	33
20	5	79	8.58	1	68	4	21	25	29	32	0	0	0	34
23	5	77	7.22	0	64	3	21	27	30	0	0	0	0	32
24	5	73	7.3	0	76	4	17	23	29	35	0	0	0	38
25	5	97	15.58	1.5	82	4	15	22	35	39	0	0	0	41
26	5	102	16.12	0	68	4	17	22	27	31	0	0	0	34
1	6	80	10.47	0	68	4	16	21	26	31	0	0	0	34
2	6	87	8.91	2.4	70	4	17	24	29	32	0	0	0	35
3	6	90	8.68	1.2	64	3	14	22	29	0	0	0	0	32
4	6	111	19.4	0	80	3	15	20	28	33	39	0	0	40
5	6	127	27.65	0	90	3	12	22	33	39	43	0	0	45
6	6	117	23.92	2.5	90	6	15	21	26	32	38	42	0	45
7	6	117	24.1	0	90	6	16	21	28	34	39	42	0	45
8	6	135	34.4	4.5	102	6	17	25	30	37	42	48	0	51
10	6	95	12.86	1.7	80	4	12	19	29	37	0	0	0	40
11	6	106	16.37	2.1	76	3	11	23	30	0	0	0	0	38
12	6	106	15.2	2	84	4	17	25	32	38	0	0	0	42
13	6	102	12.9	0	76	4	18	23	28	34	0	0	0	38
14	6	102	17.5	0	80	3	15	21	26	34	40	0	0	40
15	6	102	15.24	2.6	80	3	14	20	29	35	40	0	0	40
16	6	88	9.98	1.8	67	3	14	25	31	0	0	0	0	33
17	6	86	9.4	0	64	3	16	23	29	0	0	0	0	32
18	6	90	9.8	0	68	3	17	26	32	0	0	0	0	34
19	6	92	11.88	0	70	3	22	28	33	0	0	0	0	35
20	6	88	9	1.7	60	3	15	23	27	0	0	0	0	30
22	6	85	9.15	0	64	3	18	23	29	0	0	0	0	32
23	6	84	9.25	0	66	3	13	20	29	0	0	0	0	33
24	6	79	8.41	0	70	3	16	25	30	0	0	0	0	36
25	6	85	9.35	0	64	3	16	25	31	0	0	0	0	32

27	6	83	8.33	0	64	3	13	23	31	0	0	0	0	32
28	6	83	11.05	0	74	4	18	24	30	35	0	0	0	37
30	6	88	11.05	2.4	74	4	14	21	28	34	0	0	0	37
1	7	133	49.85	0	108	6	16	25	32	41	48	52	0	54
2	7	140	52.2	6.2	106	6	18	25	34	41	46	51	0	52
3	7	136	50.5	0	104	6	18	26	32	39	44	50	0	52
4	7	130	42	0	104	6	17	24	34	42	47	51	0	52
5	7	134	45.25	6.2	106	6	16	21	30	37	43	52	0	53
7	7	132	47.38	4.3	110	7	15	21	28	38	47	50	53	55
10	7	138	49.21	0	108	6	19	25	35	42	48	52	0	54
11	7	131	45	4	104	6	17	23	30	41	46	51	0	52
12	7	135	50.26	4.7	104	6	19	27	36	42	47	50	0	52
13	7	130	39.3	0	98	5	15	25	34	43	47	0	0	49
14	7	139	40.7	3.9	106	6	18	27	35	41	46	51	0	53
15	7	140	57.9	4.7	104	6	17	24	34	41	47	51	0	52
18	7	129	33.1	2.5	96	5	12	20	29	39	46	0	0	48
20	7	132	43.36	4.1	102	6	17	25	31	39	44	49	0	51
21	7	127	30.67	4.2	98	6	17	24	30	35	40	45	0	49
22	7	114	31.27	0	96	5	21	33	39	44	47	0	0	48
24	7	108	21.8	1.8	72	5	13	22	26	30	33	0	0	36
25	7	92	11.97	0	74	5	14	21	28	31	35	0	0	37
26	7	87	11.3	0	84	5	19	27	32	33	38	0	0	42
27	7	93	12.61	1.2	72	4	18	23	27	34	0	0	0	36
28	7	84	10.1	0	66	4	13	19	26	32	0	0	0	33
29	7	85	10.7	1.2	68	4	13	22	27	32	0	0	0	34
30	7	75	6.74	1.1	68	4	16	24	28	32	0	0	0	34
1	8	106	16.27	0	88	5	19	28	34	39	42	0	0	44
2	8	116	20.4	0	86	4	17	24	32	39	0	0	0	43
3	8	110	18.27	2.8	86	5	14	21	29	34	39	0	0	43
4	8	110	18.64	2.8	92	5	19	28	34	39	44	0	0	44
5	8	126	29.13	3	90	6	18	24	32	38	41	44	0	45
6	8	104	21	0	86	5	15	23	29	36	41	0	0	43
7	8	103	20.3	0	96	5	21	29	35	41	46	0	0	48
8	8	114	22.17	0	108	6	19	25	32	42	49	52	0	54
10	8	107	16.65	0	100	6	19	25	32	41	45	48	0	50
11	8	110	21	3.8	98	6	15	22	29	34	38	43	0	49
12	8	116	24.4	2.8	110	6	17	25	32	38	47	51	0	55
13	8	103	15.72	4.6	88	5	19	27	34	39	42	0	0	44
14	8	105	16.37	3.9	100	6	19	26	32	39	45	49	0	50
16	8	113	18.78	3.3	84	5	16	22	30	34	40	0	0	42
17	8	103	15.1	0	84	5	15	23	31	36	40	0	0	42
18	8	118	22.1	0	84	5	21	26	32	37	40	0	0	42
19	8	98	13.5	2.4	80	4	20	27	33	37	0	0	0	40
20	8	109	17.8	2.3	84	5	16	23	27	32	37	0	0	42
21	8	104	16.44	2.2	92	5	15	21	31	38	41	0	0	44
22	8	98	12.98	0	80	4	15	24	32	37	0	0	0	40
23	8	95	12.98	1.8	84	5	15	23	30	34	39	0	0	42
24	8	99	14	2.3	74	5	16	23	27	31	36	0	0	37
25	8	94	11.8	1.9	92	5	17	29	34	40	44	0	0	46
1	9	138	43.45	3.4	104	6	16	21	27	32	41	48	0	52
2	9	140	45.7	5.1	112	7	17	22	28	33	39	45	52	56
3	9	132	34	4.4	104	6	15	22	30	38	44	49	0	52
4	9	133	40.4	4.1	106	6	17	23	31	37	45	50	0	53
5	9	108	25.5	4.1	96	5	17	26	33	39	44	0	0	48
6	9	100	15.7	1.5	80	4	18	24	33	38	0	0	0	40
7	9	103	16.95	2.3	88	5	18	24	31	36	40	0	0	44
8	9	131	40.3	4	104	6	14	20	31	37	44	50	0	52
9	9	130	37.35	3.2	104	6	15	21	26	33	43	51	0	52
10	9	111	24.1	0	84	5	17	20	25	36	40	0	0	42
12	9	114	21	2.6	94	6	18	24	31	33	39	43	0	47

13	9	98	16	2.2	80	5	18	23	28	32	36	0	0	0	40
14	9	89	13.2	1.8	76	4	17	23	29	33	0	0	0	0	38
15	9	83	9.35	1.4	74	4	19	27	31	34	0	0	0	0	37
16	9	92	12.2	1.7	76	4	12	19	29	34	0	0	0	0	38
17	9	88	11.6	1.3	74	4	16	22	28	33	0	0	0	0	37
18	9	85	10.7	1.3	76	4	19	27	31	35	0	0	0	0	38
19	9	81	8.6	1.2	70	4	18	23	27	30	0	0	0	0	35
20	9	110	21.3	2.1	88	5	16	24	31	36	40	0	0	0	44
21	9	83	10	1.3	70	4	19	23	29	33	0	0	0	0	35
23	9	114	27.81	2.8	96	5	21	29	35	40	44	0	0	0	48
24	9	122	30.25	2.4	94	5	17	27	35	40	43	0	0	0	47
25	9	99	15.7	1.8	82	4	23	30	35	39	0	0	0	0	41
26	9	92	11.7	1.4	78	4	19	26	32	36	0	0	0	0	39
27	9	77	8.15	0.9	74	4	18	23	29	34	0	0	0	0	38
28	9	78	7	1.2	74	4	17	23	30	34	0	0	0	0	37
29	9	73	6.8	1.5	66	3	16	22	27	0	0	0	0	0	33
30	9	97	13.5	1.8	74	4	16	22	28	32	0	0	0	0	37
2	10	90	13.3	2	76	4	15	20	27	33	0	0	0	0	38
3	10	94	8.2	2.2	82	4	22	28	35	38	0	0	0	0	41
4	10	116	27.4	2.7	96	5	19	28	36	42	45	0	0	0	48
5	10	97	17.9	1.9	84	5	15	24	30	35	40	0	0	0	42
6	10	90	13.2	1.9	78	4	19	21	26	30	0	0	0	0	39
7	10	86	12.3	1.6	78	4	18	26	32	36	0	0	0	0	39
8	10	100	17.6	1	82	5	19	27	33	36	39	0	0	0	41
10	10	131	43	4	112	7	17	22	26	32	41	47	53	56	
11	10	120	36.4	3.5	100	5	22	28	34	42	47	0	0	0	50
12	10	93	15	1.7	80	4	18	24	32	37	0	0	0	0	40
14	10	98	18.4	2.4	86	4	16	24	31	38	0	0	0	0	43
15	10	100	20	2	90	5	18	26	31	35	41	0	0	0	45
16	10	94	17.5	2.4	80	4	19	26	32	37	0	0	0	0	40
17	10	87	13.3	1.5	74	4	17	23	31	34	0	0	0	0	37
18	10	86	13.2	1.6	76	4	19	24	29	34	0	0	0	0	38
20	10	108	24	1.9	88	5	18	24	30	35	39	0	0	0	44
21	10	121	30	3.4	100	6	17	24	29	34	40	46	0	0	50
23	10	98	18.3	2	82	5	17	23	28	33	38	0	0	0	41
24	10	102	22	1.9	88	5	17	23	31	37	41	0	0	0	44
25	10	94	17	2.1	80	4	18	26	33	38	0	0	0	0	40
27	10	97	21.5	2.4	90	5	17	22	33	39	42	0	0	0	45
28	10	87	15.2	2	74	4	19	24	29	34	0	0	0	0	37

NOTA:

Mes de colecta 1 = Octubre
 Mes de colecta 2 = Noviembre
 Mes de colecta 3 = Diciembre
 Mes de colecta 4 = Enero
 Mes de colecta 5 = Febrero
 Mes de colecta 6 = Marzo
 Mes de colecta 7 = Abril
 Mes de colecta 8 = Mayo
 Mes de colecta 9 = Junio
 Mes de colecta 10 = Julio