



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
I Z T A C A L A

“DINAMICA POBLACIONAL DE LA XLAVITA,
(LAGODON RHOMBOIDES LINNEAUS, 1776).
CAPTURADA EN EL PUERTO DE CELESTUN,
YUCATAN”.

T E S I S :

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :
DANIEL HERNANDEZ MONTAÑO

LOS REYES IZTACALA,

1995.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA
JEFATURA DE LA CARRERA DE BIOLOGIA

Los Reyes Iztacala, a 16 de agosto de 1964.

SOLICITUD PARA REVISION DE ESTUDIOS

LIC. AMÉRICA LANDA ROMERO
JEFE DE LA UNIDAD DE
ADMINISTRACION ESCOLAR.
P R E S E N T E .

Por medio de la presente comunico a Usted que el Pasante
de Biología: Daniel Hernández Montaña

ha concluido su trabajo de Tesis titulado: Dinámica
populacional de la Xlavita (Lagoon rhomboides,
Linnéus, 1778) capturada en el puzón de Colesún,
Yucatán.

habiendo entregado a esta Jefatura los votos aprobatorios.
Se extiende la presente a fin de que procedan los trámites
pertinentes para la realización de su examen profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

PA

ESCUELA NACIONAL DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA



JEFATURA DE LA CARRERA DE BIOLOGIA COORDINACION DE
BIOLOGIA

DEDICATORIA

A mis padres, Alicia y Gerardo por su apoyo incondicional para lograr uno de mis objetivos y por enseñarme a tener paciencia y dedicación para resolver cualquier problema.

A mis hermanos, Alicia y Dayan por su cariño y comprensión.

A mi compañera y amiga Norma Angélica.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Unidad Mérida, y al Departamento de Recursos del Mar por la facilidades que me otorgaron para llevar a cabo el presente trabajo.

A la Biol. Guadalupe Mexicano Cántora por su apoyo y dirección en el desarrollo del presente trabajo.

Así mismo, quiero agradecer a la M. en C. Silvia Salas Márquez y al Dr. Francisco Arreguín-Sánchez por el apoyo y sugerencias del mismo.

A los M. en C. Norma A. Navarrete, Adolfo Cruz y Sergio Cházaro y al Biol. José Antonio Granados por su revisión y comentarios.

... y a todos mis amigos en especial a Lucero Ocampo, Gerardo Cortés, Adrian González y Ania Mendoza por su apoyo y amistad.

CONTENIDO	PAGINA
INTRODUCCION	1
Clasificación de la xlavita	2
Aspectos biológicos	2
Distribución de la especie	3
ANTECEDANTES	3
OBJETIVOS	5
AREA DE ESTUDIO	6
METODOLOGIA	6
Procesamiento de datos	6
Crecimiento	6
Mortalidad	10
Sobrevivencia	10
Tasa de explotación	12
Talla media de reclutamiento	12
Rendimiento	12
RESULTADOS	13
Muestreo	13
Crecimiento	13
Mortalidad	15
Sobrevivencia	15
Tasa de explotación	15
Rendimiento	15
DISCUSION	16
CONCLUSIONES	19
RECOMENDACIONES	20
LITERATURA CITADA	21
Anexo I. Supuestos y limitaciones de los métodos indirectos	27
TABLAS	29
FIGURAS	33

RESUMEN

Para conocer la dinámica de poblaciones y el estado en que se encuentran los recursos, se hace necesario del conocimiento de algunos parámetros poblacionales como crecimiento, mortalidad, edad de reclutamiento, y rendimiento.

En este sentido, se evaluaron los parámetros poblacionales de la xlavita *L. rhomboides* con base en el análisis de la temporada 86-87.

Las estimaciones del crecimiento se efectuaron por medio de la comparación de métodos directos e indirectos. Con la lectura de escamas se obtuvo una tasa de crecimiento anual de 0.2966 año⁻¹ con una L_{∞} de 225.6mm, siendo el método que mejor describe el crecimiento de xlavita.

La mortalidad total (Z) estimada por los diferentes métodos en promedio fué de 1.2 entre los intervalos de 1.01-1.35, con una sobrevivencia de 0.3011. La mortalidad natural (M) de la población de xlavita fué de 0.45 y por consiguiente la mortalidad por pesca (F) de 0.75 con una tasa de explotación (E) de 0.4367. La edad de reclutamiento correspondió a la edad de 1.9 años, encontrándose por debajo de la edad promedio de madurez sexual, y una longevidad aproximada de 6 años.

La estimación del rendimiento indicó que es posible aumentar la producción actual de 33g por recluta a 36g por recluta, ampliando el esfuerzo de pesca y elevando la edad de primera captura a 3 años. Esto último se propone para el caso particular de la especie, y no a la pesquería a la que forma parte.

INTRODUCCION

Los principios básicos de las ciencias pesqueras, fueron creadas por el interés de mantener un manejo razonable de los principales recursos marinos, habiéndose desarrollado una gran infinidad de modelos matemáticos (Gulland, 1971; Gerking, 1988), desde los más abstractos y complicados, hasta los más sencillos y con un estricto sentido biológico; que de forma integral definen el estado de las poblaciones ícticas, de tal manera, que se crean y mantienen estrategias de administración. Para definir estos criterios se han adoptado como primera etapa el análisis de poblaciones individuales, para posteriormente caracterizar las relaciones de dependencia entre las poblaciones vinculadas directa o indirectamente en la pesca (Arreguín-Sánchez, 1989). Para los países desarrollados, esta tarea presenta un carácter muy consolidado, lo que para países en desarrollo como el nuestro, con un gran potencial pesquero, dado principalmente por la situación geográfica, se ha realizado un gran esfuerzo para tratar de alcanzar un buen nivel de investigación pesquera para el ofrecimiento de esquemas de evaluación y manejo adecuados. Nuestro país cuenta con un extenso litoral, presentando por un lado las entidades del Pacífico con una extensión de 6,608 km, y por el otro lado las del Atlántico con una extensión de 2,611 km. Dentro de estas últimas se encuentra el Estado de Yucatán, el cual presenta una longitud de 378 km de litoral (Arreguín-Sánchez, *et al.* 1987a) se ubica en la península del mismo nombre y se caracteriza por su basta extensión de llanura con escasas elevaciones. Sus límites son: al Norte el Golfo de México, al Este el Estado de Quintana Roo, al Sur se encuentran los Estados de Quintana Roo y Campeche y al Oeste se encuentra el Golfo de México y el Estado de Campeche.

En los litorales del Estado de Yucatán se captura una rica y variada fauna marina en la cual destacan las especies de escama, generándose un gran potencial pesquero que ha contribuido a fomentar la pesca de los últimos años (SEPESCA, 1989). El Estado cuenta con 15 municipios con litoral, dentro de los cuales se encuentra Celestún, cuyo puerto aporta aproximadamente un 20.5% de la captura en relación al volumen total, ocupando el segundo lugar en importancia pesquera.

En particular, en la pesquería artesanal que se realiza con una red de cerco (denominada chinchorro playero) en Celestún se capturan aproximadamente 46 especies de las cuales 7 representan el 95% de la captura (Arreguín-Sánchez *et al.* 1987a), entre ellas se encuentra la xlavita *Lagodon rhomboides* (Fig.1B). La captura total de esta especie era destinada originalmente para la producción de harina de pescado empleada en la producción de alimentos balanceados, pero en los últimos años la especie es seleccionada junto con el armado *Orthopristis chrysoptera*, el postá *Archosargus rhomboidalis*, la corvina pinta *Cynocion nebulosus* y la corvina blanca *Cynocion arenarius*, para la obtención de filetes para consumo humano, siendo estas especies poco adecuadas para la

elaboración de harina por su alto contenido graso. Aunque la xlavita no alcanza grandes volúmenes de captura en la región y su tamaño sea regularmente pequeño, su carne es considerada de buena calidad y por su abundancia en sistemas de manglares la especie ha sido objeto de estudios sobre ecología de comunidades en ambientes estuarinos y costeros (Darcy, 1985).

En este sentido, dada la importancia biológica, ecológica y comercial de la especie *L. rhomboides* en la región, se pretende desarrollar un estudio para determinar los principales parámetros de la dinámica poblacional y contribuir a la estimación de la abundancia y sus tasas óptimas de explotación.

De esta forma conociendo la estructura y dinámica poblacional de las principales especies, se puede mantener un manejo razonable de la pesquería de chinchorro que se realiza en la región, y de la cual depende gran parte de la población del puerto de Celestún por ser una actividad que dirige sus esfuerzos durante la veda de otras pesquerías como alternativa de trabajo (Arreguín-Sánchez, 1989).

Clasificación

De acuerdo a Darcy (1985).

Phylum	Chordata
Clase	Osteoichthyes
Superorden	Acanthopterygii
Orden	Perciformes
Suborden	Percoidaei
Familia	Sparidae
Genero	Lagodon (Holbrook, 1885)
Especie	<i>L. rhomboides</i> (Linnaeus, 1776)

Morfología externa. La siguiente descripción se basa en las observaciones de Johnson (1978): *Lagodon rhomboides* presenta cuerpo oblongado; con variación en el grosor del cuerpo el cual es comprimido; cada mandíbula con ocho dientes incisivos anteriores con una hendidura muy notable, amplios, y seguidos por dos filas de dientes romos; su coloración varía de verde oliváceo a oscuro; abdomen plateado; de 4-6 barras cruzadas a los lados, variando indistintamente en cada individuo; con franjas longitudinales a los lados, azules y amarillas (con una intensidad gradual ó a veces desaparecen) aleta dorsal azul claro o pálido; con tenues manchas café-amarillentas; en las aletas pectoral y anal presentan un color amarillo pálido; la aleta caudal a veces presenta barras tenues. Los colores de los organismos juveniles son menos brillantes que el de los adultos y las franjas longitudinales no están presentes.

Aspectos biológicos de la especie.

Presenta sexos separados, no se observa dimorfismo sexual y no hay evidencia de reversión sexual o hermafroditismo; el espécimen

más pequeño con desarrollo gonadal fue colectado por Caldwell (1957) midiendo 146mm de longitud estándar (LS). Hansen (1970) encontró en Pensacola individuos más pequeños y concluyó que la talla de maduración se encuentra cerca de los 80mm LS. De acuerdo con este mismo autor algunos individuos de Edad-0 y todos los de Edad-I se encuentran maduros sexualmente, pero Caldwell (1957) encontró esta condición solo en la Edad-II. La fertilización es probablemente externa, las gónadas son pareadas con posición inmediatamente dorsal al intestino.

En general se consideran organismos omnívoros, con variación en su alimentación en las diferentes etapas de su ciclo vital siendo planctívoro cuando se encuentra en etapa juvenil, y omnívoro en etapa adulta (Darcy, 1985). La xlavita presenta un amplio intervalo de habitats pero su mayor abundancia se encuentra sobre la vegetación de fondo, el mismo, reporta que alcanza una longitud de 437mm a una edad de aproximadamente 7 años. Hansen (1970) determina que pocos individuos alcanzan más de 3 años.

Distribución

La xlavita se distribuye en aguas costeras desde Cabo Cod, Massachusetts, hasta Florida; por todo el Golfo de México hasta la Península de Yucatán, México, y en Bermuda (Caldwell 1957; Randall y Vergara, 1978) (Fig.1A). En estado adulto ocupa una gran variedad de habitats, tanto dentro como fuera de la línea de costa, en aguas someras sobre la vegetación de fondo, en áreas de manglar, sobre sustratos rocosos, y alrededor de los embarcaderos. En el Banco de Campeche la xlavita se ha capturado a una profundidad de 50m, encontrando gran abundancia entre 30-50m. Su distribución en gran medida esta determinada por la temperatura, salinidad, tipo de fondo, vegetación, claridad del agua y crecimiento en los diferentes estadios larvarios (Darcy, 1985).

ANTECEDENTES

En general no es muy abundante la información que existe sobre esta especie en la región. Darcy (1985) reporta la biología de la especie hablando de su taxonomía, ciclo de vida, distribución, alimentación, y toca algunos aspectos sobre rendimiento y explotación de la misma. Entre los estudios realizados se encuentran los de Nakamura et al. (1980) quienes hacen un listado de especies encontradas en las áreas estuarinas del Golfo de México en Estados Unidos desde Texas hasta Florida, reportando la presencia de larvas, juveniles y adultos de L. rhomboides en la región. Arreguín-Sánchez et al. (1987b) hacen un estudio bioeconómico para el aprovechamiento integral de las principales especies capturadas en la pesquería con chinchorro en Celestún definiendo la problemática de la pesquería, estimando el rendimiento global y algunos parámetros de crecimiento. Batllori et al. (1987) hacen la caracterización estructural de la laguna de Celestún mencionando que L. rhomboides se encuentra dentro del primer nivel trófico. Vega-Cendejas y Hernández (1987) presentan un

trabajo de los peces dominantes de la ría de Celestún señalando los hábitos alimenticios de la xlavita. Chávez et al. (1990) describen las interacciones tróficas presentando la composición de la dieta de los consumidores entre ellos la xlavita. Finalmente Mexicano (1990) presenta un estudio de reproducción para xlavita señalando un período de septiembre a diciembre, una talla de madurez de 126mm Lf para hembras y de 139mm Lf para machos, con una fecundidad relativa de 317 huevecillos por hembra, y estima la relación peso-longitud de: $\text{Peso} = 0.000108 (L)^{2.73}$.

En lo que respecta a la flota menor que opera en Celestún, son escasos los estudios que se han enfocado al tema, Castro-Suaste et al. (1992) describen a la pesquería de chinchorro, y la evolución de la misma, así como los cambios que han ocurrido hasta el año de 1992.

De acuerdo a lo anterior, se puede observar que no existe información sobre dinámica poblacional de la especie en la región, por lo que de esta forma se plantean los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

Debido a que se trata de una pesquería multiespecífica es necesario como primera instancia especificar algunos aspectos de la dinámica poblacional de la xlavita L. rhomboides como una contribución al conocimiento del recurso y la pesquería, planteando los siguientes objetivos particulares:

- Determinar la edad de L. rhomboides por medio de lectura de escamas y la aplicación del retrocálculo.
- Estimar los parámetros de crecimiento (K , L_{∞} y t_0) de la ecuación de von Bertalanffy.
- Analizar las distribuciones de frecuencia con los métodos indirectos, ELEFAN I, SLCA y PROJMAT que identifican las clases de edad y calculan de manera directa los parámetros de crecimiento óptimos.
- Evaluar los principales aspectos de la dinámica poblacional como: supervivencia (S), mortalidad total (Z), mortalidad natural (M), mortalidad por pesca (F), y tasa de explotación (E).
- Estimar la talla media de reclutamiento a la pesquería.
- Determinar el nivel óptimo de explotación.

AREA DE ESTUDIO

Geográficamente el puerto de Celestún se encuentra situado a los 20° 52' latitud Norte y 90°24' longitud Oeste, localizado en el extremo noroeste de la Península de Yucatán (Fig.2)(González,P., 1988). El clima de la región es del tipo cálido semi-seco con lluvias en verano. La temperatura promedio anual es de 26.2°C siendo la más cálida de 29°C en el mes de mayo y la más baja de 23°C en le mes de enero. Los vientos dominantes son del sureste y de baja intensidad. De noviembre a febrero se presentan temporales caracterizados por fuertes precipitaciones y vientos asociados con frentes polares, comúnmente conocidos como "nortes".

La vegetación se reconoce como florísticamente compleja debido al clima semiárido; correspondiendo en la línea de costa una combinación de vegetación pionera y mangle, tierra adentro encontramos bosques de manglar con clasificación fisiográfica de Borde, dentro de los cuales se encuentran dominando Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa y Conocarpus erectus, seguido por un bosque de cuenca (Herrera, 1988).

METODOLOGIA

Se utilizó información y muestras recabadas de la flota artesanal de Celestún, las cuales fueron tomadas con una periodicidad mensual, de octubre de 1986 a diciembre de 1987, que de acuerdo a la característica del desembarco y asumiendo que no existe diferencia significativa entre las longitudes en las capturas por embarcación mensual se realizó un muestreo estratificado en dos etapas (Solana-Sansores y Arreguín-Sánchez, 1990). Esta información comprendió datos de longitud furcal (Lf) (mm) medidos con un ictiómetro de campo con un error de 1mm; y peso individual (gramos) con ayuda de una balanza granataria con precisión de 1 (g).

Con los datos de longitud se construyeron las distribuciones de frecuencias de longitud para cada mes agrupando los datos en intervalos de 5 mm.

Considerando una muestra aleatoria de aproximadamente 30 organismos al mes se tomaron de 20 a 30 escamas por ejemplar debajo de la línea lateral, al nivel del origen de la aleta dorsal, de acuerdo al criterio de Ruíz-Durá et al.(1970). Posteriormente dichas escamas se lavaron con agua y se depositaron en bolsas de papel previamente etiquetadas con fecha, localidad y especie.

Crecimiento:

Para determinar la edad y el crecimiento de la especie se utilizó la lectura de escamas como método directo y los métodos indirectos: ELEFAN I (Brey y Pauly, 1986), SLCA (Sheperd, 1987a) y PROJMAT (Sheperd, 1987b).

En el laboratorio de Biología pesquera del CINVESTAV las escamas se lavaron con fenol al 2% eliminando las impurezas y desechando las escamas que se encontraban regeneradas, se montaron

de 10 a 15 escamas por su parte cóncava entre dos portaobjetos unidos con cinta adhesiva, para su posterior lectura con ayuda de un Microproyector con un aumento de 3.5X (lupa). Para identificar los anillos verdaderos o marcas de crecimiento se siguieron los criterios ampliamente planteados (Ruíz-Durá 1970; Bagenal y Tesh, 1978; Cantarell, 1982; Jearld, 1983) los cuales son:

- Que el foco este bien definido.
- Que las marcas anuales se encuentren en todas las escamas del organismo.
- Que el anillo sea continuo alrededor del foco.
- Que el anillo no presente discontinuidades ni entrecruzamientos.
- Que los anillos verdaderos penetren hasta la porción posterior de la escama o área ctenoidea.
- Que los anillos o marcas de crecimiento se encuentren uniformemente espaciados, disminuyendo la distancia entre ellos conforme la edad avanza.

De esta forma se define el anillo como una marca que se forma en un período definido y se puede discriminar de las otras marcas presentes.

Las lecturas se hicieron por triplicado, para unificar e interpretar la formación de la marca.

Una vez identificados los anillos y determinada la edad individual, con ayuda de una reglilla milimétrica se registró: la distancia del foco a cada marca (**st**), el radio de la escama (**Sm**) y la distancia del último anillo al margen de la escama o incremento marginal (**Im**).

Para la aplicación del retrocálculo se empleó la ecuación de Lea (1910), que establece la relación entre la longitud del pez y el radio de sus escamas, a partir de la cual fué posible calcular el tamaño del pez en edades anteriores a la de la captura siendo que esta relación permite trazar el crecimiento individual del pez en su vida (Bagenal y Tesh 1978; Carlander, 1981; Smith, 1983).

$$Lt-c = \frac{st*(L-c)}{Sm}$$

donde L_t es la longitud del pez a la formación del anillo n , L es la longitud del pez al ser capturado y c es la ordenada al origen de la regresión entre el radio de la escama y la longitud del pez al ser capturada.

Para validar la edad obtenida encontramos diversos métodos (FAO, 1982; Bagenal y Tesh 1978; Brothers, 1983; Beamish y McFarlane, 1987):

- Comparar la correlación o semejanza con los modelos de crecimiento teóricos.
- Comparación con otras estructuras duras.
- Observación de las clases anuales a través de un período de

varios años.

-Comparación de las edades y número de anillos en peces mantenidos en cautiverio desde su nacimiento.

-Marcado con tetraciclina y posterior recaptura.

-Seguimiento del incremento marginal (IM), comprendiendo la variación estacional de la distancia del último anillo al borde de la escama, donde la menor distancia indica la reciente formación del anillo.

Para nuestro caso se graficó el incremento marginal, como método de validación, así como la comparación de las longitudes promedio para cada clase de edad obtenidas por los diferentes métodos.

Una vez que se realizó el retrocálculo y se identificaron las tallas promedio para cada clase de edad, se procedió a estimar los parámetros de crecimiento con base al modelo propuesto por von Bertalanffy, por ser el más comúnmente utilizado en estudios de crecimiento en peces, ya que satisface algunos criterios de importancia como son: ajustarse a los datos observados de crecimiento en peces, incorporarse fácilmente a modelos de evaluación de poblaciones y presentar un mínimo de constantes las cuales presentan un significado biológico, aunque sus principales limitaciones es que solo describe el crecimiento después de pasar las primeras etapas de los peces y no considera variación estacional en el crecimiento, caso característico de algunos peces tropicales (Pauly, 1982), así, la ecuación (ECvB) que describe el crecimiento es la siguiente:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t - t_0)})$$

Donde:

L_t = longitud al tiempo t .

L_{∞} = longitud máxima asintótica.

K = tasa de crecimiento individual ó parámetro de curvatura.

t_0 = parámetro de ajuste de la condición inicial de la curva de crecimiento, equivalente a la edad teórica a la cual la longitud es cero.

La L_{∞} , se obtuvo gráficamente por el método de Ford-Walford (Ricker, 1975), a partir de la relación de la longitud al tiempo t con respecto a la longitud al tiempo t mas una unidad de tiempo (L_t y L_{t+1} , respectivamente), siendo la diagonal de 45° que parte del origen la que de una estimación de L_{∞} , al cortar con la recta obtenida. Analíticamente L_{∞} se determinó con los parámetros a y b de la regresión entre L_t vs. L_{t+1} , donde:

$$L\alpha = \frac{a}{1-b} \quad \text{y} \quad K = -\ln b$$

La determinación de t_0 se obtuvo al resolver por regresión la ecuación inicial del modelo de von Bertalanffy:

$$\ln\left(1 - \frac{Lt}{L\alpha}\right) = K t_0 - Kt$$

...siendo la ordenada al origen $a = Kt_0$ y K la tasa de crecimiento individual, resultando t_0 del cociente $a/|K|$.

Para conocer las variaciones de crecimiento en peso se tomaron los resultados obtenidos por Mexicano (1990) de la relación peso longitud para obtener el peso máximo ($W\alpha$) y encontrar los valores de peso a una edad determinada de la ECVB:

tomando en cuenta: $W\alpha = a (L\alpha)^b$ entonces:

$$Wt = W\alpha (1 - e^{-K(t-t_0)})^b$$

Para tener un punto de comparación de los resultados del método directo se utilizaron los datos de frecuencias de longitudes agrupados en intervalos de 5 mm, para aplicar los siguientes métodos indirectos: **ELEFAN I** (Electronic Length Frequency Analysis) implementado en el paquete **COMPLETE ELEFAN** de Gayanilo *et al.* (1989). **SLCA** propuesto por Shepherd (1987a) y adicionado en el paquete **LFDA** (Jones *et al.* 1990) también se encuentra el método **PROJMAT** (Shepherd, 1987b); los principales supuestos y limitaciones de los programas se encuentran en el Anexo I.

La estimación del parámetro t_0 para el método **ELEFAN** se obtuvo a partir de la ecuación empírica de Pauly (1983) siendo esta:

$$\text{Log}_{10}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \text{Log}_{10} L_\alpha - 1.038 \text{Log}_{10} K.$$

Los valores estimados de (K y $L\alpha$) debido a la relación inversa que presentan se compararon mediante el índice de crecimiento phi prima de Munro (ϕ') (Munro y Pauly, 1984; Pauly, 1991), cuya expresión es la siguiente:

$$\phi' = \text{Log}_{10} K + 2 \text{Log}_{10} L\alpha$$

Mortalidad:

Primero se hizo necesario establecer la estructura por edades conociendo el número de individuos en la muestra que correspondiera a cada edad; sobre estas consideraciones se estimó el decremento en el número de individuos; para expresar este decremento a través del tiempo se obtuvieron las tasas de mortalidad.

Para encontrar el coeficiente de mortalidad total se emplearon varios métodos, eligiendo el que describiera mejor la sobrevivencia de la especie para cada clase de edad:

La mortalidad total (**Z**) se estimó por un lado con ayuda de la ecuación de la curva de captura (edades absolutas) (Ricker, 1975; Pauly, 1983):

$$N_t = N_0 * e^{-Zt}$$

donde:

N₀ = número inicial de peces cuando t=0

N_t = número de peces que quedan al final del tiempo t

Z = tasa instantánea de mortalidad.

...siendo resuelta esta ecuación por una regresión lineal del número de organismos con respecto al tiempo, donde la pendiente corresponde a **Z**.

Estableciendo la abundancia relativa de los individuos se procedió a estimar **Z** por medio de la curva de captura a edades relativas (Pauly, 1984) considerando que la mortalidad es diferente para cada edad.

$$\ln\left(\frac{N_t}{Dt}\right) = \ln\left(\frac{N_0}{Dt}\right) - bt$$

donde **Dt** es la diferencia de tiempo entre las longitudes mínima y máxima de cada intervalo de longitud, **N₀** es el número de individuos al inicio del tiempo (t), **N_t** los individuos al final del mismo intervalo y la pendiente corresponde a **Z**.

Otra forma de estimar **Z** fué a partir de la talla media de captura, tomando en cuenta la longitud media (L) con la ecuación de Beverton y Holt (1956):

$$Z = \frac{K (L\alpha - L')}{(\bar{L} - L')}$$

donde $L\alpha$ y K son parámetros de la ECVB; \bar{L} es la longitud media en la captura estimada a partir de tallas mayores de L' ; y L' es la longitud de los peces más pequeños que están plenamente representados en los muestreos de las capturas; así mismo, con ayuda de la ECVB se calcularon simultáneamente tanto la edad media de los peces ($\bar{t} \approx \bar{L}$), como la edad que se encuentra plenamente representada ($t' \approx L'$), para vertir estos valores en la ecuación de Beverton y Holt y calcular Z :

$$Z = \frac{1}{\bar{t} - t'}$$

La mortalidad natural se estimó a partir de los siguientes métodos:

Pauly (1983), quien demuestra que la mortalidad natural (M) de los peces se encuentra vinculada con la temperatura ambiental (T° =Temperatura en $^\circ\text{C}$) y con los parámetros de crecimiento de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\log_{10}M = -0.0066 - 0.279 \log_{10}L_\alpha + 0.6543 \log_{10}K + 0.463 \log_{10}T$$

...donde L_α se da en cm. y la temperatura en $^\circ\text{C}$ (Dato promedio anual reportado por informes de la Comisión Nacional del Agua para la temporada 1986-1987, temperatura = 26°C).

Ritkhter y Efanov (1976, citado en Caddy 1980) proponen que la mortalidad natural anual puede ser calculada con la siguiente ecuación:

$$M = \left(\frac{1.521}{tm^{0.72}} \right) - 0.155$$

...donde tm corresponde a la edad donde el 50% de la población es madura.

Al obtener los dos coeficientes de mortalidad total (Z) y natural (M) se pudo encontrar la mortalidad por pesca (F) con la diferencia de las dos primeras:

$$F = Z - M$$

Con la estimación de Z se pudo calcular, tanto la tasa de supervivencia $S = e^{-Z}$, como la proporción capturada de la población ó tasa de explotación E con la siguiente ecuación (Doi, 1976).

$$E = \left(\frac{F}{F + M} \right) * (1 - e^{-(F+M)}) \quad \text{ó} \quad E = \left(\frac{F}{Z} \right) * (1-S)$$

Para elegir con mayor precisión el mejor estimador de Z, se realizaron curvas de sobrevivencia para cada valor de Z de los distintos métodos, partiendo del número de individuos a la edad de reclutamiento (Ntr=2015) para encontrar el número de individuos que sobreviven de una edad a otra, de esta forma la curva que se acercara más a la de los datos observados sería considerada como el mejor estimador.

Talla media de reclutamiento.

Para determinar gráficamente la talla o edad media de reclutamiento (t_r) se construyó una curva de reclutamiento, colocando en las abscisas las longitudes promedio de los organismos ó las clases de edad y en las ordenadas la frecuencia acumulada, teniendo al graficar una curva sigmoide, donde el punto correspondiente a la ordenada con un 50 %, determinó la edad o talla media de reclutamiento (Gómez-Larrañeta, 1982; Gulland, 1983).

Rendimiento.

Se estimó utilizando el modelo dinámico de Beverton y Holt (1957), método eficiente y alternativo cuando no se tienen datos de captura y esfuerzo; el cual describe el rendimiento por recluta de acuerdo a los siguientes supuestos: los patrones de pesca han sido los mismos a lo largo del tiempo, el reclutamiento es constante, todos los peces de una cohorte nacen al mismo tiempo, y las mortalidades por pesca y natural son constantes desde el momento de entrar a la fase de explotación (Sparre et al., 1989). Se determinaron las isopletras de rendimiento por recluta a diferentes niveles de mortalidad por pesca y edad de reclutamiento, y su forma estuvo determinada por los parámetros de crecimiento y mortalidad natural, siendo la ecuación:

$$Y/R = F e^{-M(t_r-t_0)} W \alpha \left(\frac{1}{Z} - \frac{3 e^{-Kx}}{Z+K} + \frac{3 e^{-2Kx}}{Z+2K} - \frac{e^{-3Kx}}{Z+3Z} \right)$$

RESULTADOS

Muestreo:

En la Figura 3 se presenta el tamaño de la muestra por mes durante el período octubre-86/diciembre-87. Encontrando que la mayor cantidad de organismos muestreados se registró en los meses de octubre y noviembre de 1986 con 1645 y 1166 individuos respectivamente, los meses menos representativos fueron mayo y junio, y en los meses de febrero, agosto y septiembre no hubo captura; en general las longitudes de los organismos que se muestrearon se encontraron entre los 54 y 197 mm Lf; así mismo, como se muestra en la Figura 4, se encuentra la temporada 1987 como la de mayor captura tanto de la pesquería de chinchorro, como de xlavita.

Crecimiento:

Para el método directo se tomaron muestras de escamas de 330 organismos, encontrando individuos de 60 a 197mm de longitud; eliminándose 38 muestras (11.51%) que se encontraban fuera de la nube de puntos en la relación Longitud-Radio de la escama (Fig. 5), obteniendo la relación lineal:

$$Y=11.6 +0.1554 (X) \quad (r=0.86)$$

donde: Y = longitud furcal
X = radio de la escama.

Los valores promedio del incremento marginal para validar la edad y definir el tiempo de formación de los anillos se graficaron por grupo de edad y en general (Fig.6), encontrando dos posibles valores mínimos en los meses de noviembre-diciembre y abril-mayo, aunque el primer valor se obtuvo solo por la tendencia que tenía la curva, debido a que en estos meses no hubo captura representativa, y valores de máximo incremento marginal se observaron en los meses de febrero-marzo. Del análisis de estos valores se llegó a determinar que la marca de clase o anillo de crecimiento se forma en períodos semestrales, es decir, se encuentra la formación de dos anillos por año: uno formado durante el período de noviembre-diciembre, y otra formación probable en el período de abril-mayo.

Una vez determinada la formación de los anillos de crecimiento se elaboró la Tabla 1, donde se registran las longitudes retrocalculadas por edad, obteniendo en general como marca anual: Clase I=71mm, Clase II=110mm, Clase III=139mm, Clase IV=163mm, Clase V=182mm y Clase VI=193mm.

Demostrando así que las agrupaciones de xlavita en la región para la temporada 1986-1987 estaba constituida por ejemplares de 2 (51.4%) y 3 años (32%) respectivamente; observándose en la Tabla 2 los valores de la composición de la captura para todas las edades

de la población.

En la Tabla 3 se encuentra la clave edad-longitud construida como resultado final de la lectura de escamas, abarcando un intervalo de longitud de 66 a 201 mm Lf, siendo como ya se mencionó la edad II la más representativa y encontrando una sobreposición entre las edades II, III y IV.

Con las longitudes promedio para cada clase de edad se obtuvieron los parámetros de crecimiento con el método analítico y gráfico (Fig. 7), encontrando que $L_{\infty} = 225.67$ mm y $K = 0.1483$ sem^{-1} ó $K = 0.2966$ año^{-1} . El valor de t_0 con la ecuación linealizada de von Bertalanffy fue de -0.1304 año quedando la expresión de crecimiento en longitud de von Bertalanffy de la siguiente manera:

$$\text{Retrocálculo: } Lt = 225.67 (1 - e^{-0.2966(t + 0.1304)})$$

Con los datos masivos de las distribuciones de frecuencias de longitudes se procedió a estimar los parámetros de la ECvB por métodos indirectos. Con el programa ELEFAN 1, se obtuvieron 6 clases de edad con una $L_{\infty} = 214$ mm y $K = 0.60$ año^{-1} con valor máximo de la relación ASP/ESP=139 (Tabla 4). Con el método SLCA $L_{\infty} = 250$ mm y $K=0.35$ año^{-1} (Smáx=94.87), y finalmente PROJMAT con $L_{\infty}= 262$ mm y $K = 0.35$ año^{-1} (SSQ=-1.4).

Considerando, por otro lado, el índice de crecimiento estándar ϕ' (Pauly y Munro, 1984; Vakily, 1990) utilizado para comparar las diferentes curvas de crecimiento de la ECvB, se encontró que existe cierta similitud entre las familias de curvas (Tabla 4), teniendo las expresiones de crecimiento para cada método:

ELEFAN	Lt= 214	(1-e ^{-0.60(t+0.1572)})
SLCA	Lt= 250	(1-e ^{-0.35(t+0.497)})
PROJMAT	Lt= 262	(1-e ^{-0.35(t+0.4006)})

Su representación gráfica se encuentra en las Figuras 8 y 9.

Conocida la relación peso-longitud, se calculó el peso asintótico W_{∞} en (g) para cada método, quedando la ecuación de von Bertalanffy de crecimiento en peso:

Retro	Wt=285.02	(1-e ^{-0.2966(t+0.1304)}) ^{2.73}
ELEFAN	Wt=248.57	(1-e ^{-0.60(t+0.1572)}) ^{2.73}
SLCA	Wt=380.01	(1-e ^{-0.35(t+0.497)}) ^{2.73}
PROJMAT	Wt=431.9	(1-e ^{-0.35(t+0.4006)}) ^{2.73}

Su representación gráfica se encuentra en la Figura 10.

Con ayuda de la estructura por edades (Tabla 5), se construyó

la gráfica de selectividad (Fig. 11), donde el 50% de la abundancia relativa corresponde a la edad de reclutamiento $t_r = 1.9 \approx 2$ años con una longitud de primera captura (L_c) estimada de 110 mm.

Mortalidad:

En la Tabla 6 encontramos tanto los valores de mortalidad total (Z) como de mortalidad natural (M) estimados por los diversos métodos descritos anteriormente, la diferencia de cada estimador no es significativa por lo que el valor promedio de Z es de 1.2 con una supervivencia de $S = 0.3011$ y de $M = 0.45$, por lo tanto, al sustraer la M a Z obtenemos la mortalidad por pesca $F = 0.75$.

La tasa de explotación óptima encontrada fue de $E = 0.4367$ con una razón de pesca de $E' = 0.625$

Rendimiento:

Para el modelo de Beverton y Holt se utilizaron los siguientes parámetros poblacionales:

$t_r = 1.9$ años
 $M = 0.45$
 $W_{\infty} = 285.02$ g
 $K = 0.2966$ años⁻¹
 $t_0 = -0.1304$
 $F = 0.75$

...con estos valores se obtuvo que el rendimiento de la xlavita *L. rhomboides* se ubica a una mortalidad por pesca de $F = 0.75$ y una edad de primera captura de $t_r = 2$ años aportando un rendimiento por recluta equivalente a 33g. La gráfica (Fig. 12) nos muestra que el rendimiento puede aumentar si se incrementa el esfuerzo de pesca para alcanzar una $F=1$ con una edad de reclutamiento de tres años.

DISCUSION

En el transcurso de la discusión sumaremos varios puntos en donde la falta de representatividad de la muestra nos hace difícil concluir algunos criterios importantes tanto para los métodos directos como para los indirectos en la estimación del crecimiento, los cuales influyen directamente en la descripción de la dinámica poblacional de la xlavita.

En los peces de la plataforma tropical Atlántica se han evidenciado algunas regularidades en la formación de marcas de crecimiento. En casi todas las especies en que se han utilizado escamas se ha observado dos marcas hialinas al año, mientras que en los otolitos de las mismas especies se dibuja con nitidez solo un anillo, como las encontradas por Claro (1983) para *Ocyurus chrysurus*; *Lutjanus synagris* y *L. griseus* (Claro y Reshetnikov, 1981). Parece ser que la formación de estas marcas se encuentra relacionada principalmente a dos cambios ambientales: baja de temperatura en Invierno que provoca la formación de marcas constantes por año, y el inicio del verano que casi siempre viene acompañado de la actividad reproductiva dando como respuesta un gasto energético que influye en una disminución de crecimiento y depositación de calcio (Claro, 1983; Leonce, 1989).

En la xlavita se ha encontrado un comportamiento similar, los valores que implican formación de la primera marca se encuentran en períodos de reproducción, que para esta especie ocurre en los meses de septiembre a diciembre (Mexicano, 1990), al igual que en temporadas de sequía, se ha señalado que las fluctuaciones de temperatura aunque no son muy marcadas para las zonas tropicales, el cambio de unos cuantos grados de temperatura implica que ocurran variaciones tanto fisiológicas que se encuentran directamente relacionadas con el comportamiento de los peces, como ecológicas que son cambios que no influyen directamente a la especie pero pueden determinar algún efecto, como ejemplo, podríamos mencionar la disponibilidad de alimento como causa más próxima (Pauly, 1982; Claro, 1983; Weatherley y Hill, 1987); las temperaturas promedio reportadas para esta temporada muestran una estrecha relación, teniendo las temperaturas más bajas entre 22 y 24°C en el mes de diciembre y las más altas entre mayo y junio, observándose en este último período la formación de la segunda marca de crecimiento. Cabe señalar que las gráficas de incremento marginal que determinan el período de formación de las marcas de crecimiento, resultaron incompletas para algunos meses, sin embargo se pudo especificar la tendencia que presentaban y se corroboró la formación de los anillos con las longitudes observadas en la muestra, afirmando así que se encontraron dos anillos de crecimiento al año.

Por otro lado, el espectro alimentario de la mayoría de las especies sufre cambios durante la ontogenia, pasando de tener una dieta específica, a consumir una gran diversidad y cantidad de alimento, a causa del aumento en los requerimientos energéticos,

fundamentalmente cuando se alcanza la madurez sexual, asumiendo de esta forma que el primer anillo que se forma en las escamas de xlavita *Lagodon rhomboides* a una longitud aproximada de 70 mm (=1.1 años) se atribuye al cambio de alimento pasando de ser planctívoro a ser netamente omnívoro, consumiendo principalmente plantas y animales microbentónicos (Darnell, 1958; Livingston, 1980; Stoner, 1980), resultado de la migración de una zona estuarina al medio marino.

La tasa de crecimiento anual que se encontró con las longitudes medias retrocalculadas refleja que la especie tiene un crecimiento moderadamente acelerado ya que durante los 3 primeros años la especie alcanza su madurez (132.5 mm \approx 3 años) y se considera que tiene una longevidad de 6 años aproximadamente, similar a la encontrada por Caldwell (1957) de 7 años con una Lf de 328 mm. En lo que respecta a la longitud asintótica se han reportado individuos de hasta 437 mm (Simmons 1957) en la zona de Laguna Madre Texas, mencionando que es más común encontrar organismos de 180 mm.

Con respecto a los resultados obtenidos con los métodos indirectos, se encuentra una correspondencia con el método directo con una diferencia en la tasa de crecimiento para los métodos SLCA y PROJMAT, siendo más significativa ésta diferencia para el método ELEFAN I, ya que K se encuentra sobreestimado $K=0.60 \text{ años}^{-1}$, así mismo, existe disparidad en la estimación de L_{∞} en todos los métodos. Considerando a la población total, la poca disposición a las tallas pequeñas afectó, puesto que ELEFAN I trabaja con las longitudes medias de cada posible grupo de edad sin utilizar el resto de la información. Por otro lado, estos métodos son sensibles a la magnitud del reclutamiento y a la estacionalidad del crecimiento (Hampton y Majkowsky, 1987; Defeo *et al.* 1992), teniendo marcadas variaciones estacionales en el crecimiento de esta especie, y la poca representatividad de la muestra determinó que se presentaran estas diferencias.

Sin embargo, en los valores de ϕ' se encontró que no existe una marcada diferencia de los parámetros estimados con cada método, y dada la relación inversa que presentan los valores de K con L_{∞} se podría afirmar que las estimaciones de los métodos indirectos, de estos dos parámetros están dentro del intervalo de confianza del rango encontrado por el método directo.

La interdependencia ecológica que define a la xlavita en la zona de pesca determina que el nivel trófico que presenta marque una mortalidad natural ligeramente elevada, con respecto a las especies que se encuentran en el último eslabón de la cadena trófica. Sumando a esta, una explotación ligeramente elevada, reflejo de la mortalidad por pesca, obtenemos que el valor de la mortalidad total está influenciada principalmente por el efecto hacia tallas menores, ocasionando que la curva de captura se note más pronunciada. El problema de considerar a M como constante para

una temporada aumenta la variabilidad de sobrestimar Z , puesto que la tasa de mortalidad disminuye con la edad, ejerciendo un efecto de sobreestimación por el hecho de que la captura se basa en las tallas menores. Aunque en este caso también se puede incluir la selectividad del arte de pesca (chinchorro playero) el cual no es selectivo a la talla, sino a la pesquería en general (Caddy, 1984; González, R., 1988; Pascual e Iribarne, 1993).

La edad de reclutamiento a la pesquería de chinchorro se encuentra por debajo de la edad promedio de madurez sexual, indicando de esta manera que se está capturando un porcentaje considerable (87%) de la población que no ha cumplido en total su principal acontecimiento biológico para la conservación de la especie: la reproducción. Se ha visto que el reclutamiento de los peces jóvenes comienza en el término de la temporada de lluvias, al comienzo del invierno, con sus mayores picos al finalizar el invierno (Darcy, 1985), correspondiendo a la temporada de mayor índice de reproducción (Mexicano, 1990).

Al evaluar a la pesquería de xlavita por medio de su tasa de explotación encontramos que solo el 43% de esta muere por efecto de la pesca, este valor, de acuerdo a Gulland (1971) se encuentra por debajo del óptimo (≈ 0.5), cuando $F \approx M$, y esta condición aún no se alcanza en la pesquería.

Aunado a esto tenemos el resultado que determina el estado del recurso para la temporada 86/87: el rendimiento, el cual nos indicó que es posible aumentar la producción por recluta, si se eleva la edad de primera captura a 3 años y el esfuerzo se incrementa para obtener una mortalidad por pesca más alta ($F \approx 1$) obteniéndose 36 g. por recluta, siempre y cuando se cumplan los supuestos más generales que considera el modelo de rendimiento. Pero hasta ahora solo se han considerado los resultados individuales para la especie, pero no el papel que juega ésta en la pesquería en general. Es decir, al considerar que se trata de una pesquería multiespecífica los valores podrían variar considerablemente, para esto hay que tomar en cuenta tanto la composición de la captura, como el papel que tiene esta especie en la pesquería y el esfuerzo efectivo que se dirige hacia ésta especie. Si intentamos aumentar la edad de primera captura y el esfuerzo para optimizar el rendimiento, podríamos llegar a afectar otras especies de la misma pesquería, ya que la xlavita abarca aproximadamente solo el 14% de la captura total. A diferencia del armado *Orthopristis chrysoptera*, que tiene el mayor porcentaje en la captura y se encuentra en niveles de ligera sobreexplotación (González, P., 1988). Tomando en cuenta que el esfuerzo que se aplica a esta pesquería disminuye en algunas temporadas, debido principalmente a que se abre la veda a otras pesquerías como la del pulpo *Octopus maya*, el esfuerzo de pesca disminuye considerablemente (Arreguín-Sánchez, 1989); lo cual se puede traducir como un tiempo de descanso de las especies involucradas en la pesquería con chinchorro playero.

Con base en los resultados obtenidos en este trabajo sobre la dinámica poblacional de la xlavita *Lagodon rhomboides* (Linneaus, 1776), en la temporada 1986-1987, se cree que se han cumplido los objetivos planteados anteriormente, estableciendo las siguientes conclusiones:

CONCLUSIONES

-Los resultados de este trabajo se consideran como preliminares, debido a que el muestreo no fue completo, el área de pesca es reducida, y porque la captura con chinchorro es muy selectiva ya que solo actúa en aguas someras.

-La baja representatividad de la muestra nos hace difícil determinar con mayor exactitud los parámetros poblacionales que reflejen un comportamiento más real de la especie objetivo.

-Se encontraron dos anillos de crecimiento por año en las escamas, la formación del primero corresponde a los meses de septiembre-diciembre y el segundo corresponde a los meses de abril-mayo, comprobado con el seguimiento del incremento marginal y la comparación de las longitudes observadas.

-Se considera que el retrocálculo es un método muy útil para encontrar las edades previas a la captura, a la vez que aumenta el tamaño de la muestra.

-La tasa de crecimiento anual obtenida por la lectura de escamas fue $K=0.2966 \text{ año}^{-1}$, considerada como una especie de crecimiento moderado, con una $L_{\infty}=225.67\text{mm}$ y t_0 de -0.1304 .

-La clave Edad-Longitud presenta una sobreposición en las edades II, III y IV.

-En la estructura por edades se muestran 6 clases de edad donde las mayores concentraciones corresponden a las edades II (51%) y III (31%).

-La mortalidad total (Z) para la población de xlavita fue de 1.2, con una sobrevivencia de 0.3011. La mortalidad natural de 0.45 y una mortalidad por pesca de 0.75, con una tasa de explotación (E) de 0.4367.

-La edad de reclutamiento de xlavita corresponde a 1.9 años.

-La captura registrada en la temporada 1986-1987 puede llegar a incrementarse debido a que la razón de pesca no rebasa el valor óptimo de explotación.

-Se tiene que tomar en cuenta la estrecha relación que existe entre las especies principales de esta pesquería para implementar medidas de manejo óptimas.

-Para un país como el nuestro, donde el desarrollo pesquero es muy importante, sería recomendable implementar estudios específicos que definan lo mejor posible el manejo de este tipo de pesquerías como una alternativa a la demanda de alimento, para beneficio de los individuos de la región donde se presentan este tipo de pesquerías.

RECOMENDACIONES

1. Es conveniente tratar de que la muestra sea más completa y robusta para tener una mejor representación de la población.

2. Tratar de validar la formación de dos anillos en otras estructuras óseas, como otolitos, hueso mesopterigoides ó espinas.

3. Estudiar el patrón de migración que presenta *L. rhomboides* para estas regiones.

4. Contar con información físico-química del medio para realizar estudios con un enfoque más ecológico.

5. Mantener estrategias de manejo que integren a todas las especies importantes de esta pesquería para hacer un mejor uso del recurso.

LITERATURA CITADA

- Arreguín-Sánchez, F., Seijo, G.J.S., Fuentes, C.D. y Solis, R.M. 1987a. Estado del conocimiento de los recursos pesqueros de la plataforma continental de Yucatán y región adyacente. CRIP-Yucalpeten INP SEPESCA Doc.Tec. N/4.
- Arreguín-Sánchez, Sánchez E.A., Martínez C.A., Sánchez J.A., Olvera, M.A. y Castañeda, P. 1987b. Análisis integral de la pesquería con chinchorro del puerto de Celestún, Yucatán, México. 25 Aniv. Ins. Nac. Pesca, CRIP-Yucalpetén, México.
- Arreguín-Sánchez, F. 1989. Manejo y administración de pesquerías tropicales. Avance y perspectiva. CINVESTAV IPN-Unidad Mérida. No.37
- Arreguín-Sánchez, F., Sánchez, A.J. y Defeo, O. 1991. Análisis del crecimiento de la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) de la costa uruguaya en base a datos de composición por longitudes. Frente Marítimo 9 Sec A: 75- 81.
- Basson, M., Rosenberg, A.A., and Beddington, J.R. 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.
- Bagenal, T.B. and Tesh, F.W. 1978. Age and growth. In: T.B. Bagenal (eds.) Methods for assessment of fish production in freshwater. 3rd. edition. Blackwell Scientific Publications. Oxford England.
- Batllore, S.E., Chávez, E.A., Díaz-de-León, A., Herrera, S.J., Garduño, A.M. González, A. y Torruco, D. 1987. Caracterización estructural de la laguna de Celestún, Yucatán, México. CINVESTAV-IPN Unidad Mérida. Memorias del Primer Congreso de Ciencias del Mar en la Habana Cuba, del 9 al 12 de junio de 1987.
- Beamish, R.J. and McFarlane. 1987. Current trends in age determination methodology. In: C., Summerfelt and G.H., Hall. (eds) Age and growth of fishes. Iowa State University Press, Ames, Iowa. p 15-42.
- Beverton, R.J.H. and Holt, S.J. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in fish populations, with special references to sources of bias in catch sampling. Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 140:67-83.
- Beverton, R.J.H. and Holt, S.J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. London. Ser. II, 19:1-553.
- Brey, T and Pauly, D. 1986. Electronic Length Frequency Analysis. A

- revised an expanded user's guide to ELEFAN 0, 1 y 2. ICLARM. Manila, Philippines. 1-50 p.
- Brothers, E.B. 1983. Summary of round table discussion on age validation. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 8:35-44.
- Caddy, J.F. 1980. Growth and mortality. In: Selected lectures of: CIDA/FAO/CECAF Seminar on Fishery Resource Evaluation. Casablanca Morocco, 6-24 March 1978. Rome FAO, Canada Funds-In-Trush, FAO/TF/INT 180(c) (CAN) Suppl.:166p
- Caddy, J.F. 1984. Size frequency Analysis in Stock Assessment. Some Perspectives, approaches and problems. Proceedings of the Thirty-Seventh Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute.
- Caldwell, D.K. 1957. The biology and systematics of the pinfish, *Lagodon rhomboides* (Linnaeus). Bull. Fla. State Mus., Biol. Sci. 2:77-173.
- Cantarell, E.E. 1982. Determinación de la edad y el ritmo de crecimiento del pargo canane (*Ocyurus chrysurus*, (Bloch 1791) en el litoral del Estado de Yucatán, México 1980-81. Tesis Licenciatura en Biología ENEP-Iztacala, UNAM, México.
- Castro-Suaste, T., Acosta, H.J. y Blanqueto, D. 1992. Desarrollo de la pesquería de chinchorro y sardinera en el puerto de Celestún, Yucatán, durante el período 1986-1992. Rep. Tec. CINVESTAV-IPN Unidad Mérida.
- Carlander, K.D. 1981. Caution on the use of the regression method of back-calculating lengths from scale measurements. Fisheries Vol. 6 No. 1.
- Chávez, E.A., Garduño, A.M. and Arreguín-Sánchez, F. 1990. Trophic dynamics structure of Celestun Lagoon, South Gulf of Mexico. In: V. Christensen and D. Pauly (eds.), Trophic Models of Marine Ecosystems: Construction and Comparison ICES Theme Session. Copenhagen October 1990. ICLARM.
- Claro, R. y Reshetnikov, Y.S. (1981). Ecología y ciclo de vida de la bijaiba, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), en la plataforma cubana. I. Formación de las marcas de crecimiento en sus estructuras. Acad. Cien. Cuba, Inf. Cient. Tec. 174:1-28
- Claro, R. 1983. Ecología y ciclo de vida de la rabirrubia, *Ocyurus chrysurus* (Bloch), en la plataforma cubana. II. Edad y crecimiento, estructura de poblaciones, y pesquerías. Acad. Cien. Cuba, Inf Tec. 19:1-33.
- Darcy, G.H. 1985. Synopsis of Biological Data on the Pinfish *Lagodon rhomboides* (Pisces: Sparidae). FAO Fisheries Synopsis N/141. NOAA Technical Report NMFS 23pp.

- Darnell, R.M. 1958. Food habits of fishes and larger invertebrates of Lake Pontchartrain, Louisiana, an estuarine community. Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Tex. 5:353-416.
- Defeo, O., Arreguín-Sánchez, F., Sánchez, J. 1992. Growth study of the yellow clam Mesodesma mactroides: a comparative analysis of three length-based methods. Sci. Mar. 56(1):53-59.
- Doi, T. 1976. Curso matemático sobre dinámica de poblaciones. Inst. Nac. de Pesca, SEPESCA, México.
- FAO. 1982. Métodos de recolección de y análisis de datos de tallas y edad para la evaluación de poblaciones de peces. FAO. Circ. Pesca. (736): 101 p.
- Gayanilo, F.C., Soriano M.Jr. and Pauly, D. 1989. A draft guide to the Complete ELEFAN. ICLARM Software 2. 70pp.
- Gerking, S.D. 1988. Fishery Biology: Past, Present and Future. Fisheries 13(1): 13-17.
- Gómez-Larrañeta, M. 1982. Dinámica de las poblaciones de recursos pesqueros. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. (Notas) (m.s.)
- González, P.A. 1988. Contribución al crecimiento de la pesquería del armado (Orthopristis crysoptera, capturado con chinchorro playero del puerto de Celestún, Yucatán, México. Tesis Licenciatura en biología ENEP I, UNAM. México
- González, R.M.E. 1988. Estudio de la pesquería del huachinango (Lutjanus campechanus POEY) Tesis de Maestría en Ciencias Marinas. CINVESTAV-IPN Unidad Mérida. 46 pp.
- Gulland, J.A. 1971. Manual de métodos para la evaluación de poblaciones de peces. FAO Madrid, España. 164 p.
- Gulland, J.A. 1983. Fish stock assessment. FAO/Wiley Series on Food And Agriculture V.I pp.
- Hampton, J. and Majkowski 1987. An examination of the reliability of the ELEFAN Computer Programs of Length Based methods in fisheries research ICLARM Conference Proceedings 13. 468 p. Institute for Scientific Resc. Saff. Kuwait.
- Hansen, D.J. 1970. Food, growth, migration, reproduction and abundance of pinfish, Lagodon rhomboides, and antarctic croaker, Micropogon undulatus, near Pensacola, Florida. 1963-65. Fish. Bull. U.S. 68:135-146.
- Herrera, S.J.A. 1988. Productividad primaria fitoplanctónica de la laguna de Celestún, Yucatán. Tesis Maestría en Ciencias

Marinas CINVESTAV-IPN Unidad Mérida. 46 pp.

- Jearld, A.Jr. 1983. Age determination. In: L.A. Nielsen and D.L. Johnson (eds.) Fisheries Techniques. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland. p.301-324.
- Jones, J.C., Basson, M. and Holden, S. 1990. LFDA (Length Frequency Analysis Data). A prototype software package for the estimation of growth parameters: from length-frequency distributions. User's manual (Ver.2.0) Ren. Res. Ass. Group Imperial, Collage. London U.K. 50p.
- Johnson, G.D. 1978. Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight: on atlas of egg, larval and juvenile stages. Vol, VI. Carangidae through Ephippidae. U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Serv. Prog. FWS/OBS-78/12, 314 p.
- Leonce, V.C.O. 1989. Crecimiento de Harengula jaguana de área de Celestún, en el estado de Yucatán. Tesis Lic. ENEP Iztacala, UNAM, México.
- Livingston, R.J. 1980. Ontogenetic trophic relationships and stress in a costal seagrass system in Florida. In: V.S Kennedy (ed.). Estuarine perspectives, p. 423-435. Academic Press, N.Y.
- Mexicano, C.G. 1990. Características reproductivas del armado (Orthopristis crysoptera) y la xlavita (Lagodon rhomboides) capturadas en Celestún, Yucatán. Memorias II Congreso de Ciencias del Mar en la Habana Cuba, del 18 al 22 de junio de 1990.
- Munro, J.L. and Pauly, D. 1984. A simple methods for comparing growth of fishes and invertebrate. ICLARM Fishbite, 1(1): 5-6
- Nakamura, E.L., Taylor, J.R. and Workman, I.K. 1980. The occurrence of life stages of some recreational marine fishes in stuaries of the Gulf of Mexico. NOAA Technical Memorandum 53pp.
- Pascual, M.A. and Iribarne, O.O. 1993. How good are empirical predictions of natural mortality? Fish. Resh. 16:17-24.
- Pauly, D. 1982. Studying single-species dynamics in a tropical multispecies context. In: D.Pauly and G.I. Murphy (eds.) Theory and management of tropical fisheries. ICLARM Conference Proceedings 9, Cronulla, Australia 33-70.
- Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO Doc. Tec. Pesca (223) 49pp.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. ICLARM. Studies and Reviews, Manila, Philippines. 325 p.

- Pauly, D. y Munro, J.L. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte* 2(1):21.
- Pauly, D. 1991. Growth Performance in Fishes: Rigorous Description of Patterns as a Basis for Understanding Casual Mechanisms. *Aquabyte* 4(3) 3-6.
- Randall, J.E. and Vergara, R. 1978. Sparidae. In: Fisher (ed.), FAO species identification sheets for fishery purposes, western Central Atlantic (Fishing Area 31). Vol.5, unpaginated. FAO, Rome.
- Ruíz-Durá, M.F., Oriol, A.Y. y Rodríguez, H.G. 1970. Líneas de crecimiento en escamas de algunos peces de México. Inst. Nac. Inv. Pesq. Serie Invest. Pesquera, Estudio 2.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Fish. Res. Ed. Can. Bull.* 191:359pp.
- SEPESCA 1989. Anuario estadístico de pesca. Dirección general de informática y registros pesqueros. Subsecretaría de Pesca. 30-31p.
- Sheperd, J.G. 1987a. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data. ICLARM. Manila Philippines and Kuwait Institute for Scientific Reserch; Saft, Kuwait. 127-119 p.
- Sheperd, J.G. 1987b. Towards a method for short term forecasting of catch-rates based on length compositions. In: Length-based methods in Fisheries Reserch. ICLARM Conf. Proc. No. 13, p 167-176.
- Simmons, E.G. 1957. An ecological survey of the Upper Laguna Madre of Texas. *Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Tex.* 4:156-200.
- Smith, L.C. 1983. Summary of Round Table Discussions on Back Calculation. U.S. De. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS 8: 45-47.
- Solana-Sansores, R. y Arreguín-Sánchez, F. 1990. Aplicación de métodos estadísticos en investigaciones sobre la dinámica de poblaciones sujetas a explotación pesquera. *Ciencias Marinas.* 16 (4).
- Sparre, P., Ursin, E. and Venema, S.C. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1-Manual. FAO Fisheries Technical Paper N/306.1 Rome, 337pp.
- Stoner, A.W. 1980. Feeding ecology of *Lagodon rhomboides* (Pisces:Sparidae): variation and functional responses. *Fish. Bull. U.S.* 78:337-352.

- Vakily, J.M. 1990. Determination and comparison of growth in bivalves, with emphasis on the tropics and Thailand. Ph.D. Dissertation. Christian-Albrechts-Universität, Germany, 116p. +appendix.
- Vega-Cendejas, M.E. y Hernández, S.M. 1987. Aspectos trofodinámicos de los peces dominantes de la ría de Celestún Yucatán, México. Memorias del Primer Congreso de Ciencias del Mar en la Habana Cuba del 9 al 12 de junio de 1987.
- Vega-Cendejas, M.E., Hernández, M. y Arreguín-Sánchez, F. (en prensa). Trophic interrelations in a beach seine fishery from the northwestern coast of the Yucatan Peninsula, Mexico. Journal of Fish Biology.
- Weatherley, A.H. and Gill, H.S. 1987. The biology of fish growth. Academic Press. London. pp 443.

ANEXO I

Métodos indirectos para estimar edad y crecimiento.

1. ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis) implementado en el paquete COMPLEAT ELEFAN de Gayanilo et al. 1989, maneja los principios básicos del método de Petersen (1892), en el que se sigue la progresión modal. Este programa se basa en el análisis de una serie de muestras de frecuencias de longitud arregladas secuencialmente en el tiempo y sobre las que se trazan curvas de crecimiento que interceptan las modas o picos, seleccionando la curva que pasa por el mayor número de picos (grupos de edad). Este método considera los siguientes supuestos: que las muestras sean representativas de la población a estudiar; que el patrón de crecimiento en la población no cambie año con año; que todos los peces de la muestra tengan igual longitud a la misma edad y por lo tanto las diferencias en longitud a la misma edad pueden ser atribuidas a diferencias en edad (González, R., 1988).

Este método, al utilizar diferentes combinaciones de L_{∞} y K , genera una superficie de respuesta (R_n) llamado índice de bondad de ajuste, donde el máximo valor indica la mejor combinación de estos dos parámetros (Arreguín-Sánchez et al. 1991). Sus principales limitaciones son que es sensible al tamaño del intervalo y a la forma y definición de las modas. Así como también a la variabilidad de las muestras que dependen del tipo de muestreo.

Como no estima el parámetro t_0 , este se obtiene de la ecuación empírica de Pauly (1983) siendo esta:

$$\text{Log}_{10}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \text{Log}_{10} L_{\infty} - 1.038 \text{Log}_{10} K$$

2. SLCA propuesto por Shepherd (1987a), a diferencia del ELEFAN se basa en una función de diferenciación que permite utilizar la información contenida en cada intervalo de longitud. Estimando de esta manera una función de maximización ($S_{\text{Máx}}$) cuyo mayor valor corresponde a la combinación más adecuada de los parámetros K y L_{∞} . Así mismo, permite la estimación del parámetro t_0 (Basson et al. 1988). Presenta una ventaja a diferencia del anterior, es más robusto a las diferencias en la varianza de la longitud en cada edad y utiliza toda la información del intervalo.

Este método es muy sensible a la magnitud del reclutamiento (cuando es continuo), y presenta variabilidad en los parámetros de crecimiento. También presenta sesgos en las estimaciones cuando hay oscilaciones estacionales en el crecimiento.

3. LFDA (Jones et al. 1990) se encuentra el método PROJMAT (Shepherd, 1987b) su base es muy simple, pues construye una matriz de una serie de parámetros de la curva de crecimiento utilizando un vector de proporción de individuos "Q" para cada clase de longitud

al tiempo t , de modo que a cada elemento de la matriz lo pueda proyectar a la siguiente clase de longitud al tiempo $t+1$, calculando una suma de diferencia de cuadrados (SSQ). Para cada frecuencia de las clases de longitud, este procedimiento se repite en un rango amplio de la curva de crecimiento para los valores de K y L_x tabulándose los SSQ, de esta manera, el valor menor de la suma de cuadrados corresponde a la mejor combinación de los parámetros de crecimiento. Así mismo, también permite calcular el valor de t_0 (Basson et al. 1988). Este método tiene como supuestos: La población es estable, la estructura no cambia con el tiempo, por lo tanto la mortalidad total es constante; se construye una matriz análoga a la matriz de Leslie y utiliza un vector de proporciones de individuos para cada clase de edad ($\pm t$).

La principal limitación que presenta es que no es buena su estimación para valores de K bajos y presenta dificultades con picos múltiples.

TABLAS

Tabla 1. Longitudes observadas y retrocalculadas de la lectura de escamas de xlavita *Lagodon rhomboides*. L=Longitud media en el tiempo t.

L(1)	L(2)	L(3)	L(4)	L(5)	L(6)	L(7)	L(8)	L(9)	L(10)	L(11)
66	86									
65	83	98								
66	84	101	112							
69	88	105	118	126						
69	89	106	122	131	138					
70	90	107	123	134	144	150				
77	101	121	137	149	160	166	171			
76	94	121	134	147	159	168	175	179		
77	100	115	134	144	157	168	176	186	192	
68	96	118	135	145	155	165	173	181	189	193
LONGITUDES RETROCALCULADAS (mm)										
71	91	110	127	139	152	163	174	182	190	193
INCREMENTOS MEDIOS (mm)										
21	19	17	12	13	11	11	8	8	3	
LONGITUDES OBSERVADAS (mm)										
--	92	113	127	131	152	163	175	183	196	197

Tabla 2. Proporción de organismos capturados en la pesquería con chinchorro playero en las costas de Celestún. N°. de org (numero de organismos en la muestra), % Cap (porcentaje de la captura).

Edad	No. org	% Cap	Captura tot
1	11	3.7	148
2	150	51.4	2015
3	93	31.9	1249
4	31	10.6	416
5	6	2	80
6	1	0.3	30

Tabla 3. Clave Edad-Longitud de xlavita *L. rhomboides* capturada en el puerto de Celestún.

Edad (años) Longitud (mm)	I	II	III	IV	V	VI	Total
66	1						1
71							0
76	1	1					2
81	1						1
86							0
91	3	1					4
96	2	11					13
101	2	23	1				26
106	1	26	3				30
111		22	2				24
116		19	4				23
121		13	5				18
126		17	8				25
131		4	9				13
136		4	16	1			21
141		5	10	4			19
146		1	14	7			22
151		2	8	2			12
156		1	8	3			12
161			3				3
166				3			3
171			1	5			6
176					2		2
181				4			4
186					1		1
191				2			2
196			1		3		4
201						1	1
Total	10	151	93	31	6	1	292

Tabla 4. Parámetros de crecimiento obtenidos de la aplicación del retrocálculo y de los métodos indirectos ELEFAN SLCA PROJMAT y CASSIE para la xlavita *Lagodon rhomboides*. K (años⁻¹) parámetro de curvatura ó tasa de crecimiento, L ∞ (mm) longitud máxima asintótica, t₀ (años) edad hipotética a una longitud l=0 y ϕ' índice de crecimiento.

Método Parámetros	Retro	ELEFAN	SLCA	PROJMAT	CASSIE*
K	0.2966	0.60	0.35	0.35	0.58
L ∞	225.6	214	250	262	193
t ₀	-0.1304	-0.1572	-0.49	-0.40	-
ϕ'	4.17	4.43	4.32	4.36	4.32

* Obtenido de Arreguín-Sánchez *et al.* 1987b.
Retro -valor obtenido por el retrocálculo.

Tabla 5. Estructura por edades de la captura, derivada de la muestra de xlavita *L. rhomboides*.

Edad	Nº.de ind.	%mues- tra	Wx (g)	%Cap- tura	Biomasa (g)	Ind/cap- tura
1	11	3.7	51.2	0.7	7568	148
2	150	51.7	227.2	47.9	458655	2015
3	93	31.8	283.4	36.6	354083	1249
4	31	10.6	285.1	12.2	118736	416
5	6	2.5	285.5	2.3	22981	81
6	1	0.3	285.6	0.3	3830	14
TOTAL	292				965853	3923

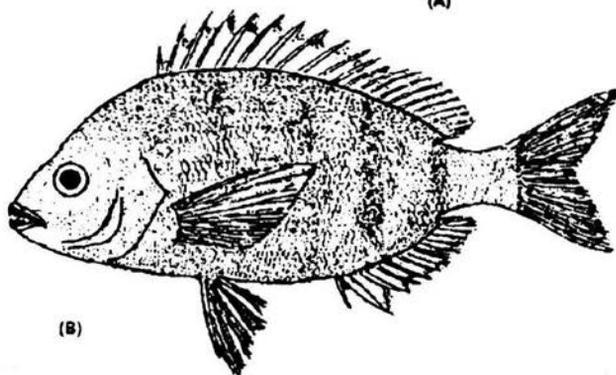
Tabla 6. Mortalidades obtenidas con distintos métodos para
xlavita *Lagodon rhomboides*.

Método	Z	S
Beverton & Holt (L)	1.35	0.2592
Beverton & Holt (t)	1.2	0.3011
Curva de Baranov	1.27	0.2808
Edades relativas ELE	1.01	0.3642
M		
Pauly (1983)	0.45	
Rickter y Efanov	0.54	

ELE= Incluido en el paquete Elefan II
(L)= Ecuación para longitudes
(t)= Ecuación para edades.



(A)



(B)

Figura 1. (A) Distribución de la xlavita (B) *L. rhomboides* capturada en el puerto de Celestún, Yucatán.

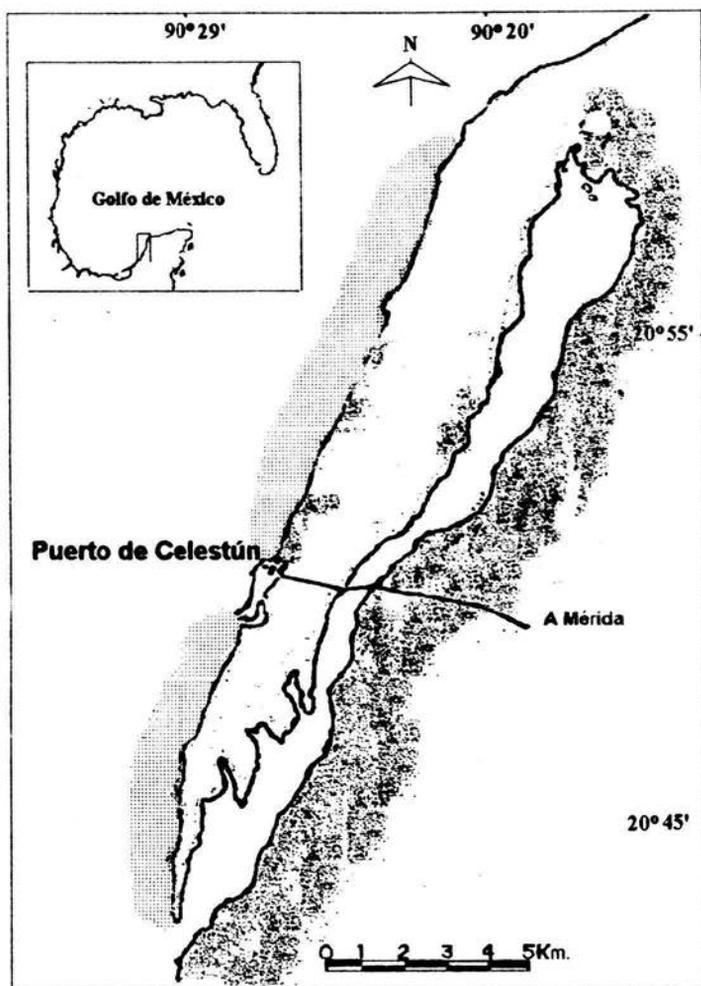


Figura 2. Area de muestreo, la zona sombreada indica el área de pesca con chichorro playero en Celestún. (Tomado de Vega-Cendejas, et al. en prensa).

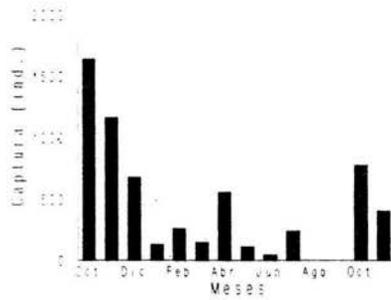


Figura 3. Tamaño de la muestra por mes, en la temporada 1986-1987 de xlavita *L. rhomboides* capturada en el puerto de Celestún, Yucatán.

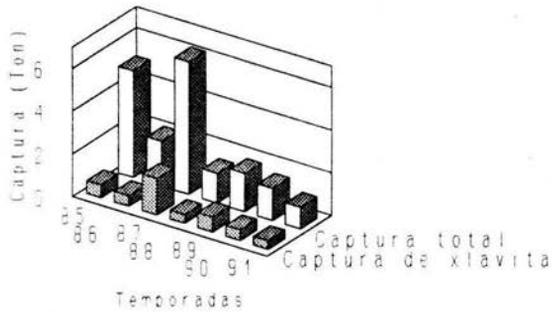


Figura 4. Captura total del chinchorro playero, y captura total de xlavita en el puerto de celestún, Yucatán.

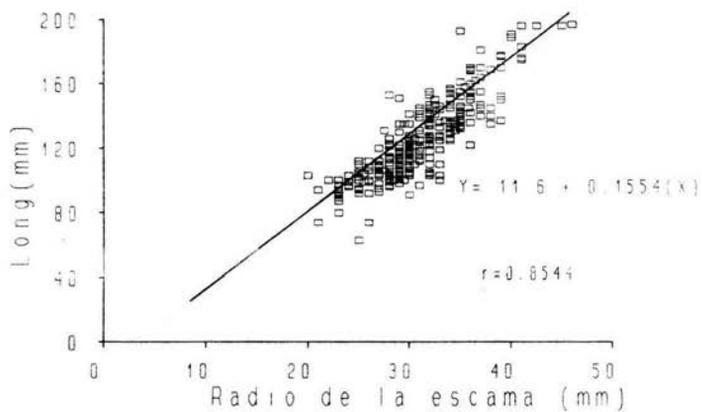


Figura 5. Relación radio de la escama-longitud furcal de xlavita *L. rhomboides* capturada en el puerto de Celestún, Yucatán.

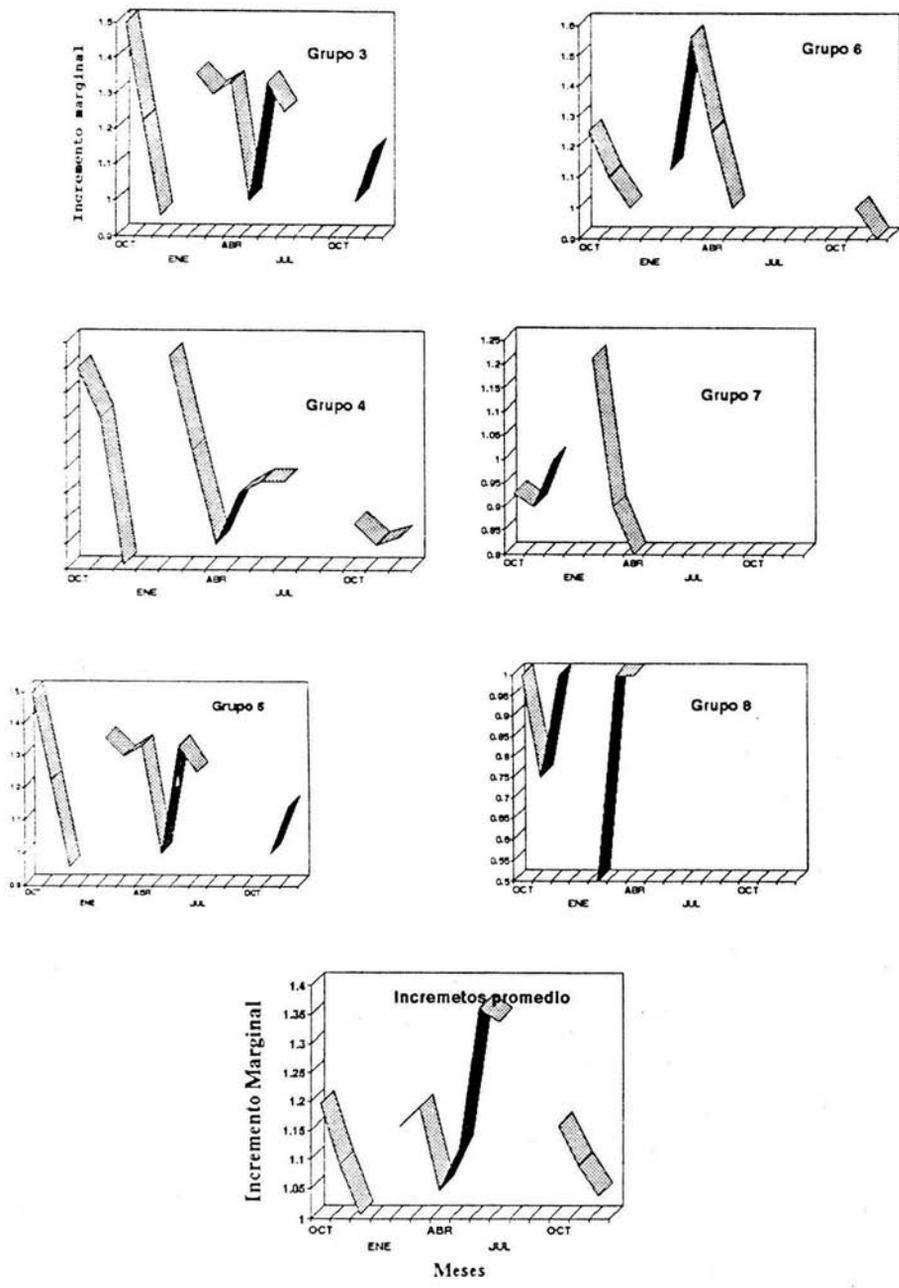


Figura 6. Incrementos marginales por grupo de edad y en promedios mensuales de xlavita *L. rhomboides*.

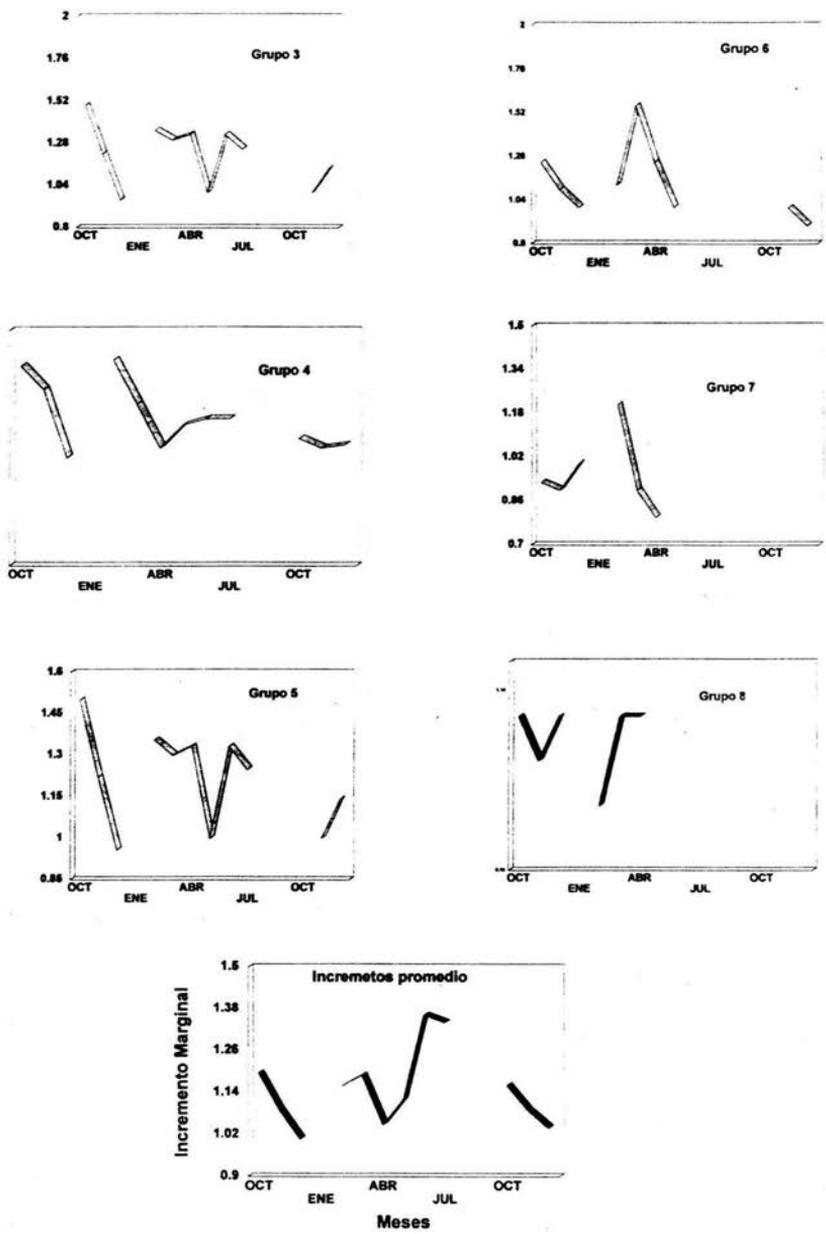


Figura 6. Incementos marginales por grupo de edad y en promedios mensuales de xlavita *L. rhomboides*.

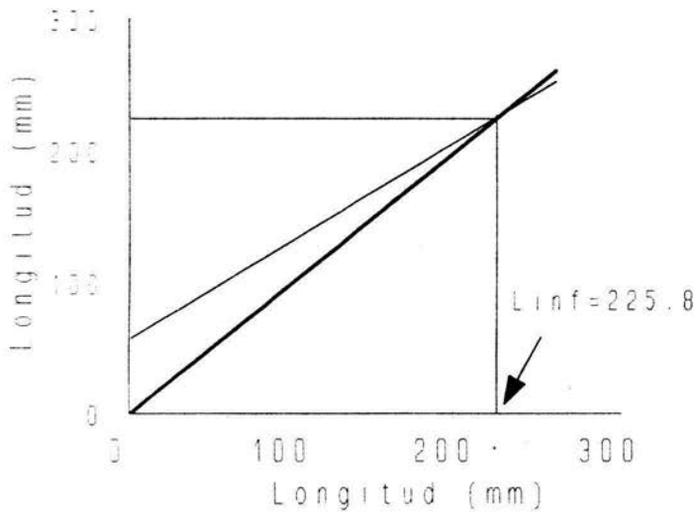


Figura 7. Método gráfico de Ford-Walford para calcular el parámetro L_{inf} (Longitud asintótica) de xlavita *L. rhomboides* capturada en el puerto de Celestún.

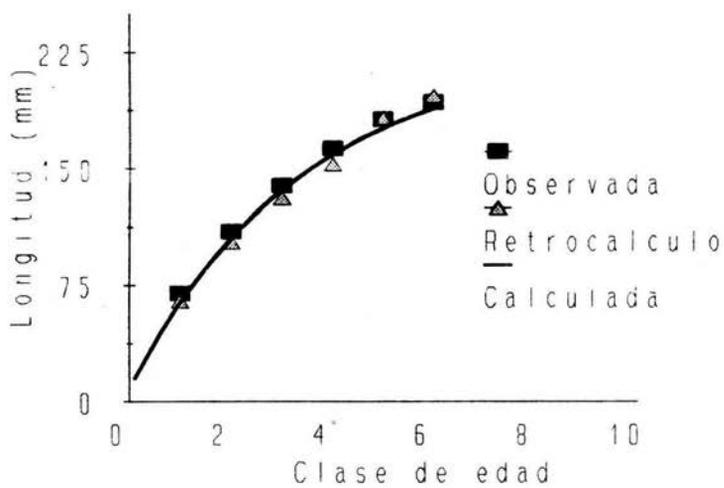


Figura 8. Curvas de crecimiento en longitud para la xlavita *L. rhomboides*, obtenidas por métodos directos.

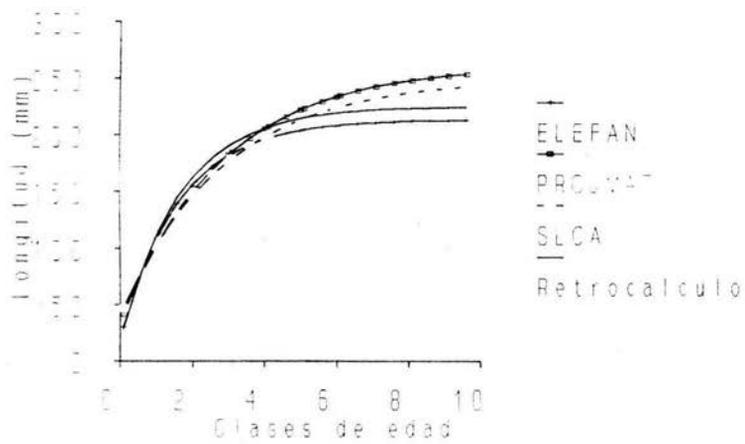


Figura 9. Curvas de crecimiento en longitud de la xlavita L. rhomboides, obtenidas por métodos indirectos.

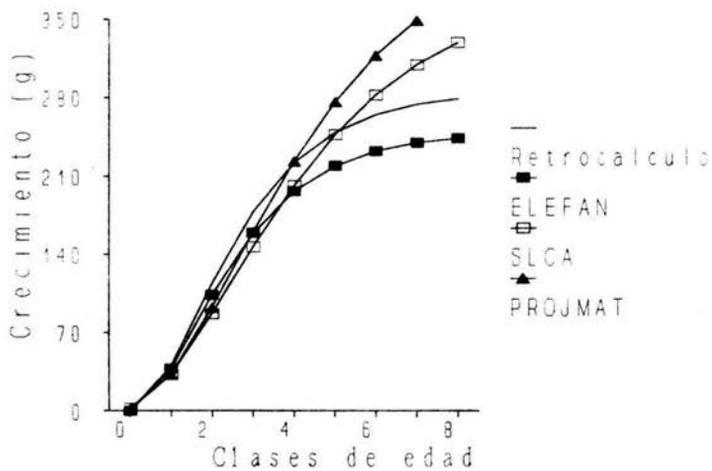


Figura 10. Curvas de crecimiento en peso de xlavita L. rhomboides capturada en el puerto de Celestún, Yucatán.

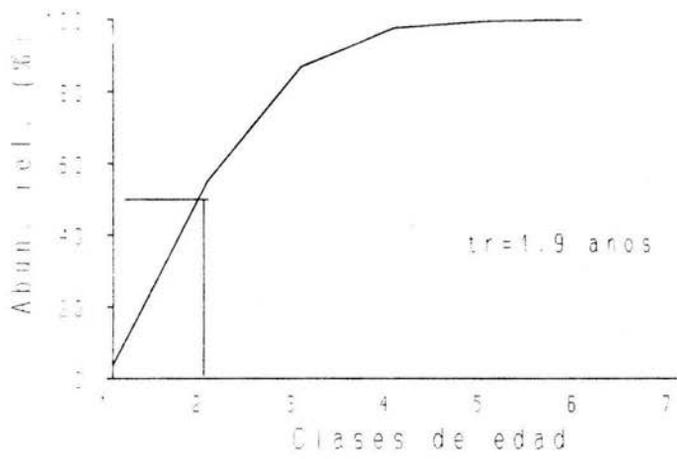


Figura 11. Método gráfico para estimar la talla media de reclutamiento de xlavita L. rhomboides capturada en el puerto de Celestún, Yucatán.

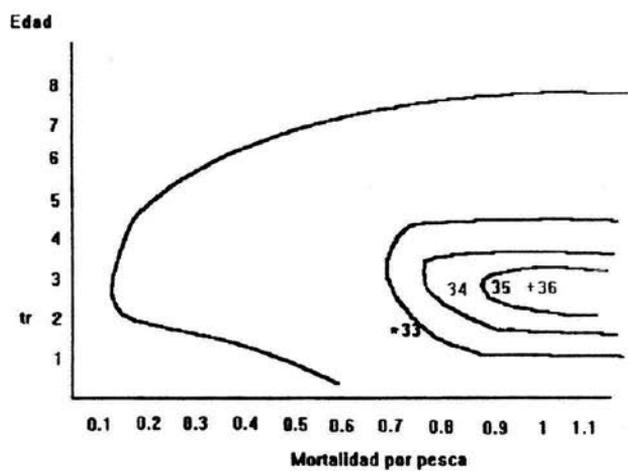


Figura 12. Isopletas de rendimiento, donde (*) indica el rendimiento actual y (+) indica el rendimiento óptimo de la pesquería de xlavita (tr - edad de reclutamiento estimada).