



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

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

**DIAGNOSIS DE LA PESQUERIA DE LA RUBIA
(*Lutjanus synagris*, LINNAEUS 1758)
EN LAS COSTAS DE YUCATAN**

TESIS

Que para obtener el título de

BIOLOGO

presenta

RICARDO TORRES LARA



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.

C O N T E N I D O .

| | Pag. |
|---------------------------------------------|------|
| Agradecimientos | i |
| Introducción | 1 |
| Objetivos | 4 |
| Area de estudio | 4 |
| Metodología | 5 |
| Crecimiento | 6 |
| Relación longitud-peso | 7 |
| Mortalidad | 8 |
| Tasa de explotación y Tamaño poblacional | 10 |
| Reclutamiento | 10 |
| Rendimiento máximo | 11 |
| Resultados | 14 |
| Discusión | 19 |
| Conclusiones | 25 |
| Tablas | 27 |
| Figuras | 37 |
| Literatura citada | 49 |

A G R A D E C I M I E N T O S .

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a las siguientes personas, sin cuya participación no hubiese sido posible la realización del presente trabajo:

Al Dr. Alonso Fernández G., Director de la Unidad Mérida del CINVESTAV.

Al Dr. Ernesto Chávez O., por su valiosa orientación y dirección.

Al M. en C. Francisco Arreguín S., por sus invaluable consejos.

A los Biols. Enrique Kato y Norma Navarrete, por la revisión que hicieron del manuscrito, así como por sus recomendaciones.

A mis padres, por su confianza y entusiasmo.

A mis hermanos, por cuyo ejemplo me he guiado.

A mis compañeros, por su apoyo moral.

A los trabajadores de la planta de recepción de Yucalpeten, así como a todas aquellas personas que colaboraron indirectamente pero que no puedo nombrar aquí por falta de espacio.

I N T R O D U C C I O N .

Desde finales de la segunda guerra mundial se ha manifestado en todo el mundo un profundo interés por evaluar los recursos alimenticios que es posible extraer del océano. Este interés se ha debido principalmente a que las zonas de pesca tradicionalmente explotadas por países desarrollados han disminuido su producción, y al deseo de países con industrias pesqueras menos desarrolladas, de incrementar su propia producción de alimentos explotando los mares próximos a sus costas, deseo expresado jurídicamente en la proclamación de la Zona Económica Exclusiva de las 200 millas marinas por un gran número de países ribereños, entre los cuales se encuentra México.

La intensión es clara y justificable si se toma en cuenta el extenso litoral con que cuenta el país, así como la abundante variedad de especies marinas que habitan las aguas cercanas a estas costas. En este sentido la idea de aprovechar ambas circunstancias tiene su expresión práctica en el reconocimiento de aquellos recursos nuevos susceptibles de explotación y de los que ya conocidos podrían producir cantidades mayores si se determinan claramente los estudios y evaluaciones pertinentes, los cuales deben realizarse cada vez con mayor precisión.

Dentro de estos lineamientos, el Estado de Yucatán tiene una larga tradición pesquera; sin embargo, el aprovechamiento de los recursos marinos de la región se ha visto privado de una serie continua de evaluaciones técnicas que han impedido que tenga un desarrollo paralelo a otras zonas pesqueras en las cuales ya se tiene un conocimiento más avanzado de las especies explotadas así como bien establecida la infraestructura portuaria e industrial capaz de transformar las capturas en productos para consumo humano.

Así mismo, este Estado ha contribuido desde los inicios de la actividad pesquera en México, con un porcentaje considerable en el total de las capturas nacionales, especialmente en lo referente a ciertas especies de interés comercial como el pulpo, la langosta y el mero (Secretaría de Pesca, 1983). Las amplias costas de la entidad han brindado a pescadores, tanto de otros Estados como de otras na-

ciones, la oportunidad de explotar la variada fauna marina que habita esta zona, conocida como Sonda de Campeche, mencionada como Zona V en la Carta Nacional de Información Pesquera.

Una de las actividades propias de las pesquerías establecidas en el estado ha sido el impulso de la pesca de arrastre. El objetivo de la captura de los barcos arrastreros está orientado principalmente a las especies de fondo, que tienen características como la de no ser afectadas por las mareas y el oleaje, con migraciones nocturnas hacia la superficie, cuyos colores característicos son el rojo y el gris. Entre ellos se encuentran los pleuronéctidos, los serránidos, los lutjánidos, los espáridos, los merlúcidos y otros (Gómez Larrañeta, 1980).

Dentro de la familia de los lutjánidos se encuentra la rubia -- (Lutjanus synagris, Linnaeus 1758) cuya importancia radica en ser altamente apreciada, y ello se refleja en los altos volúmenes de pesca. Por ejemplo, en 1978 se obtuvo una captura de 473.14 toneladas, con un valor de \$4,808,573, mientras que en 1982 fué de 1,437.90 toneladas con un valor de \$65,027,613 (fuente: Dirección General de Informativa y Estadística, Secretaría de Pesca). Esta relación se puede apreciar en la Figura 1.

Aunque se puede observar la importancia económica de la rubia -- dados los volúmenes de captura y el valor que ellos representan, no -- se tiene conocimiento de ningún trabajo que se halla orientado a determinar los parámetros biológico-pesqueros de esta especie en la zona de estudio. Los únicos intentos conocidos son los elaborados por De León (1980) y por Contreras (1979), pero en ellos solamente se hace referencia muy somera a datos como la talla más frecuente en las capturas, la relación peso-longitud y la mortalidad por pesca. Por ello la intención del presente estudio es tener un conocimiento más -- amplio de la especie a fin de poder aplicar la mejor política de explotación, sin olvidar que ésta debe estar enmarcada en la administración de toda la pesquería de arrastre que se realiza en este Estado.

DESCRIPCION DE Lutjanus synagris.

La biología y distribución de la familia Lutjanidae ha sido descrita detalladamente por Druzhinin (1970) y Munro y Thompson (1974).--

Esta especie ha recibido gran atención por parte de investigadores - cubanos ya que en Cuba representa una pesquería de primera importancia, lo que se refleja en los trabajos biológico-pesqueros que han - realizado Olaechea y Cruz (1976), Reshetnikov y Claro (1976), Cruz - (1978), Damas et. al. (1978,1979), Sierra y Claro (1979), Carrillo de Albornoz (1979), Reshetnikov y Claro (1981), además de otros autores como Randall (1967), Moberga Menezes (1976), Roe (1976), Erhardt (1977) y Fhistrad (1980). Las principales características señaladas por estos autores se puede resumir como sigue: la rubia es un pez que desova intermitentemente desde principios de abril hasta mediados de septiembre, con desoves masivos de abril a julio; durante un corto tiempo antes de iniciar el período de reproducción se observa una gran agregación de individuos maduros y es en este momento cuando las gónadas alcanzan su máxima madurez. Los huevos que se depositan son pelágicos, pequeños (0.8 mm de diámetro). La eclosión de las larvas a una temperatura de 28-29 °C ocurre 24 horas después de la depositación de los huevos. El principal alimento de L. synagris lo constituyen los crustáceos (cangrejos y camarones) y los peces de su habitat; la proporción de peces en la dieta aumenta con la edad; ya que se ha observado la ingestión de moluscos y gusanos poliquetos se le confiere el caracter de depredador facultativo.

Las siguientes características sirven para la identificación -- taxonómica de la rubia: la parte superior de la cabeza no presenta - escamas, tiene un agrupamiento de dientes vomerianos con una prolongación posterior sobre la línea media, la aleta dorsal presenta doce radios, con una mancha negra en los costados del cuerpo, con siete a nueve branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial, - la boca casi horizontal y terminal, el cuerpo rojizo con nueve bandas doradas sobre los costados (Figura 2) (SIC, 1976). L. synagris al -- igual que toda la familia Lutjanidae, tiene una distribución que coincide grandemente con regiones que presentan arrecifes de coral. Geográficamente se distribuye en el Atlántico Occidental frente a las - costas del continente americano, desde Carolina del Norte hasta Brasil, pasando por las Bermúdas y el Golfo de México.

POSICION TAXONOMICA DE LA RUBIA (NELSON, 1976).

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Clase: Osteichthyes

Orden: Perciformes

Familia: Lutjanidae

Género: Lutjanus

Especie: L. synagris (Linnaeus, 1758).

Nombres comunes: rubia, biajaiba (México), biajaiba (Cuba), araico -
(Brasil), lane snapper (EEUU).

OBJETIVOS.

Dados los antecedentes mencionados, se plantearon en el presente trabajo los siguientes objetivos específicos: conocer la estructura - por edades de la población, evaluar los parámetros poblacionales que determinan la evolución de ésta, conocer el desarrollo histórico de la pesquería hasta el momento. Esta información es necesaria para lograr el objetivo general: evaluar y diagnosticar el estado actual de utilización del recurso para proponer las medidas de su manejo más adecuadas de acuerdo a la estimación del estado óptimo de explotación de la pesquería en cuestión.

AREA DE ESTUDIO.

El Estado de Yucatán, situado en la península del mismo nombre, presenta sus costas al Golfo de México y al Mar Caribe (Figura 3). El puerto de Progreso, base de los desembarques más importantes de los productos pesqueros de la entidad, se encuentra al Norte del estado a 27 Km de la capital, Mérida. De los ocho puertos principales es el que presenta el mayor desarrollo en cuanto a infraestructura y organización pesquera se refiere. En el puerto de abrigo de Yucalpeten, considerado dentro de la zona de influencia de Progreso, se realizaron los muestreos de las descargas de los barcos arrastreros comerciales cuya zona de operación es la Sonda de Campeche.

M E T O D O L O G I A

Durante los meses de marzo a septiembre de 1983 se realizaron diez muestreos masivos (dos en cada uno de los primeros tres meses y uno en cada uno de los cuatro restantes) en la planta de recepción de Yucalpeten, y a partir de ellos se obtuvo la siguiente información.

ESTRUCTURA POR EDADES.

En el lugar de los muestreos se midieron los individuos en su longitud furcal, hasta los 0.5 cm más cercanos utilizando un ictiómetro especial, y se pesaron enteros cuando aún no los habían eviscerado a bordo de los barcos, hasta el gramo más cercano con básculas propias de la planta.

La estructura por edades se determinó por dos métodos. El primero consistió en el análisis de la distribución de la frecuencia de tallas. [Se tomo en consideración que *L. synagris* desova intermitentemente y se eligieron 841 ejemplares de los muestreos del mes de mayo para reducir la posibilidad de analizar al mismo tiempo más de una generación con su respectiva estructura por edades, además ambos muestreos cubrieron un intervalo de longitudes muy amplio (140-360 mm).] Con estos datos se aplicó el método descrito por Cassie (1954); sin embargo, la longitud media para cada grupo de edades se determinó tomando el valor medio entre dos puntos de inflexión sucesivos en la curva trazada en papel probabilidad. El otro método consistió en la lectura de marcas de crecimiento en las escamas de los ejemplares de cinco muestreos. En cada uno de ellos se llevaron al laboratorio 30 ejemplares y se les extrajeron entre cinco y doce escamas del lado derecho entre la línea lateral y la base de la aleta dorsal en la mitad anterior del cuerpo. De los 150 individuos analizados solo en 134 las marcas eran legibles y por lo tanto confiables para su lectura. De estas lecturas se obtuvo una clave edad-longitud y a partir de ella se determinó también la estructura por edades. El primer método es indirecto y el segundo directo.

Inicialmente se obtuvieron los otolitos de los individuos de los cuatro primeros muestreos para encontrar el grado de concordancia entre las marcas de éstos y las de las escamas de un mismo pez, pero se

hallo que en este caso fue de 56 %, muy por debajo del señalado por Manooch (1976) y por Druzhinin (1970) como confiable, de un 76 %, - por lo que se decidió trabajar únicamente con las escamas. Las marcas en los otolitos resultaron muy ilegibles para su lectura, sobre todo después de la tercera.

Los métodos para la extracción, conservación y lectura de ambas estructuras son muy variados y están ampliamente descritos y difundidos (Chugunova, 1963; Mendoza, 1966; Tesch, 1971). Para consistencia en el manejo de las escamas y de los otolitos, se trataron como lo menciona este último autor. Luego de revisar los criterios para la interpretación de las marcas de crecimiento que se presentan en los diversos estudios sobre el tema (Van Oosten, 1946; Chugunova, 1963; Ruiz Durá, 1976; Cantarelli, 1982; FAO, 1982) se establecieron los siguientes criterios para las escamas de *L. synagris*:

- 1.- Una marca de crecimiento, con luz reflejada, se ve opaca y blanca con una zona oscura y transparente a cada lado.
- 2.- Las marcas se notan a lo largo de los bordes laterales y anterior de la escama.
- 3.- La distancia entre dos marcas sucesivas se va reduciendo con el incremento en la edad del pez, es decir, con un mayor número de ellas. Como esta especie presenta dos desoves masivos entre abril julio, era frecuente hallar dos marcas sucesivas muy juntas y otra pegada al borde de la escama pero más separada que las dos anteriores. En este caso se tomaron las dos marcas en conjunto como una sola de crecimiento.
- 4.- En escamas regeneradas, donde el foco no se distingue, no se leían las marcas por ser poco confiables y por lo tanto se desechaban. De este tipo fueron las escamas de los dieciseis ejemplares que no se tomaron en cuenta para la definición de la estructura por edades.

CRECIMIENTO.

A partir de las estructuras por edades obtenidas, se aplicó el método de Ford-Walford para obtener la longitud máxima promedio, L_{∞} . Este valor se determinó gráficamente como lo menciona Ricker (1975), -- quien demuestra que el cruce de la bisectriz y de la recta trazada con los datos de longitud de cada grupo de edad corresponde al valor de -- L_{∞} . El procedimiento matemático descrito por el mismo autor es más

preciso, pues el gráfico adolece de la subjetividad en el trazado de las rectas y en la apreciación del punto de unión entre éstas. Así mismo, Ricker (op. cit.) menciona que al obtener el logaritmo natural de la pendiente de dicha recta trazada con los puntos observados, este valor puede ser considerado como la tasa de crecimiento k , en la ecuación de Von Bertalanffy. Con el valor encontrado para la longitud asintótica se procedió a hallar los parámetros de la ecuación de crecimiento en longitud de los individuos. Esta ecuación se expresa como sigue (Ricker, op. cit.):

$$l_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad \dots\dots (1)$$

Los parámetros por encontrar entonces serán k y t_0 para lo cual se arregla linealmente la expresión (1):

$$\ln \frac{L_{\infty} - l}{L_{\infty}} = kt_0 - kt \quad \dots\dots (2)$$

Se obtuvieron así los valores para L_{∞} , t_0 y k para las dos estructuras por edades mencionadas anteriormente, y se calcularon las longitudes promedio para cada edad desde la cero a la de máxima longevidad.

RELACION LONGITUD-PESO.

De los muestreos se procesaron los datos de los peces enteros, obteniéndose los parámetros de la ecuación formulada por Fulton (1911, citado en Weatherley y Rogers, 1976). Esta ecuación representa matemáticamente el cambio en la corpulencia del pez a lo largo de su vida:

$$W = aL^b \quad \dots\dots (3)$$

donde W es el peso, L es la longitud, a es el coeficiente de condición y b es un parámetro de ajuste. El desarrollo de esta ecuación

está descrito detalladamente por Weatherley y Rogers (op. cit.). - Cuando el valor de la potencia es igual a tres se dice que la especie tiene un crecimiento isométrico; cuando dicho valor es mayor o menor a tres, la especie tiene un crecimiento alométrico. Con frecuencia estos valores mayores o menores se encuentran cuando el muestreo está sesgado y pondera excesivamente cierto intervalo de tamaño. En esta relación, para conocer los valores de a y b, se efectúa una regresión logarítmica con los datos de peso y longitud conocidos de los muestreos. Substituyéndolo la longitud asintótica en esta relación se encontró el peso asintótico correspondiente y se obtuvo así la ecuación de crecimiento en peso.

MORTALIDAD.

La tasa instantánea de mortalidad total Z , se obtuvo a partir del número total de individuos para cada clase de edad que en los muestreos tenían las longitudes hasta la edad siete calculada por la ecuación de crecimiento; este número de ejemplares se proyectó después para el total de las capturas de la siguiente manera: la cantidad de organismos de cada edad se multiplicó por el respectivo peso promedio, obteniéndose así el correspondiente peso en Kg en la muestra; la suma de estos valores considerada como cien por ciento, se utilizó para estimar el porcentaje en peso de cada grupo de edad. Este porcentaje se aplicó para la captura de 1983 de la rubia y se determinó el peso en toneladas respectivo para cada edad; estas cantidades se dividieron entre el correspondiente peso promedio estimándose así el número total de individuos para cada clase de edad presente en la captura de ese año. A partir del grupo de edad donde la abundancia de individuos comienza a descender, se resuelve la ecuación:

$$N_t = N_0 e^{-Zt} \quad \dots\dots (4)$$

por medio de una regresión exponencial donde la pendiente obtenida será el valor de Z . Ya que este coeficiente de mortalidad total está compuesto por los coeficientes de mortalidad natural M , y por -

pesca F, se procedió a determinar éstos con el siguiente procedimiento: es razonable suponer que en la naturaleza los peces más viejos -- de una población pueden crecer hasta alcanzar el 95 % de su longitud asintótica (Taylor, 1962; Beverton, 1963; citados por Pauly, 198), - lo cual se puede expresar como:

$$L_{\text{máx}} = \frac{3}{k} \quad \dots\dots (5)$$

donde k es la tasa de crecimiento y $L_{\text{máx}}$ es la longitud correspondiente a la longevidad máxima de la especie en estudio (Pauly, op. cit.). A continuación se procedió a reconstruir la población virgen, es decir, la que esta exenta de explotación y en la que, por tanto, los individuos pueden alcanzar en promedio la longevidad citada. Para ello -- se consideró que ambas poblaciones, real y virgen, presentan el mismo número de reclutas en la edad de reclutamiento y que el número de individuos que llegan a la última clase de edad es la misma. La asignación de la edad de reclutamiento se realizó tomando aquella que tuvo la mayor abundancia en las capturas, la cual coincidió con la edad media de reclutamiento al estimar la frecuencia acumulada de los representantes de cada grupo de edad.

Es obvio que la población virgen tendrá más clases de edad que la población actual, por lo cual tendrá una mortalidad distinta, pero como en ella no existe mortalidad por pesca, se cumple la condición - de que $Z'=M$. Este valor se calcula a partir de la ecuación (4) como sigue:

$$N_t = N_0 e^{-z't}$$

$$z' = \frac{\ln \frac{N_t}{N_0}}{t} \quad \dots\dots (6)$$

donde N_t es el número de individuos de la última clase de edad, N_0 es el número de individuos de la edad de reclutamiento y t es la - diferencia que existe entre la edad máxima y la de reclutamiento. Conocidos así los valores de los coeficientes de mortalidad total y

natural, el coeficiente de mortalidad por pesca se determinó por diferencia de las dos anteriores:

$$F = Z - M$$

El coeficiente de capturabilidad q , se determinó dividiendo el valor de F entre el esfuerzo f , aplicado durante la temporada de pesca de 1982 y expresado en capacidad de tonelaje neto de la flota como un estimador del esfuerzo que incidió sobre la población, ya que el registro de barcos arrastreros presento una capacidad de carga muy dispareja individualmente, lo que daba una idea falsa de la intensidad real de pesca aplicada sobre el recurso.

TASA DE EXPLOTACION Y TAMAÑO POBLACIONAL.

Para estimar la tasa de explotación E , se sustituyeron los valores correspondientes en la expresión matemática correspondiente (Doi, 1975):

$$E = \frac{F}{F + M} (1 - e^{-(F+M)}) \quad \dots\dots (7)$$

donde se tiene en el primer miembro a la proporción de la mortalidad causada por efecto de la pesca y , en el segundo, la proporción de supervivientes, lo que da como resultado la proporción de la población que es explotada. El tamaño poblacional P , se estimó a partir de la reconstrucción de la captura de la población actual como se menciona más adelante, sumando el número de organismos de la captura y aplicando este valor a la ecuación siguiente (Doi, op. cit.):

$$P = \frac{C}{E}$$

obteniéndose así el tamaño poblacional explotado actualmente en términos de número de individuos.

RECLUTAMIENTO.

El modelo propuesto por Ricker en 1954 para estimar el reclutamiento y cuya ecuación describe una parábola asimétrica, puede ser utilizado para estimar el rendimiento máximo en el caso que se cuente con la información correspondiente a lo largo de varias temporadas

de pesca sobre una especie en particular. Sin embargo, en el presente trabajo solo se obtuvieron datos de una sola temporada y con ellos se realizaron unicamente de la edad de reclutamiento, como ya se describió, y de los parámetros de la ecuación mencionada a partir de la estructura por edades de la población actual (Ricker, op. cit.):

$$R = \alpha A e^{-\beta A} \quad \dots\dots (8)$$

donde R es el número de reclutas, A es el número de adultos, α es un parámetro relacionado con la mortalidad densoindependiente y β es un parámetro asociado a la mortalidad densodependiente. El número de adultos se estimó a partir de la edad en la cual el 75 % de los individuos de la población se considera que presentan su primera madurez sexual (Pauly, op. cit.):

$$L_{\max}(0.75) = \text{long. de la edad de primera madurez}$$

Esta aproximación fue necesaria pues se contó con pocos organismos no eviscerados al realizar los muestreos, por lo cual no se pudo determinar directamente su estado de madurez sexual. Conocido el número de adultos hasta la edad de máxima longevidad, se procedió a encontrar el valor de $\beta = 1/A$, para luego calcular el valor de α mediante el siguiente arreglo de la ecuación (8):

$$\alpha = \frac{R}{A e^{-\beta A}} \quad \dots\dots (9)$$

Encontrados estos valores se estimó el nivel de reemplazamiento (Ricker, op. cit.):

$$A_{\text{rem}} = \frac{\ln \alpha}{\beta} \quad \dots\dots (10)$$

donde A_{rem} es la abundancia de adultos tal que es igual a la abundancia de reclutas.

RENDIMIENTO MAXIMO.

Tradicionalmente en estudios biológico-pesqueros, las estimaciones del rendimiento máximo se realizan a partir de los modelos llama-

dos de producción excedente, como el de Schaefer (1957), o de los denominados modelos dinámicos, como el de Beverton-Holt (Ricker op. cit.). Sin embargo, no se contó con la información estadística confiable para aplicar el primer modelo, y en el segundo caso los resultados obtenidos no permitieron efectuar su análisis, dado el desarrollo propio del modelo.

Ante esta situación se procedió a estimar el rendimiento máximo basándose en la estructura por edades y en la evaluación de la producción secundaria, por lo que se reconstruyeron las capturas de las poblaciones real e hipotéticas considerando para todas ellas el mismo número de individuos en la edad de reclutamiento y en la edad máxima promedio e incorporando la diferencia entre estas dos edades en la ecuación (6) para calcular la mortalidad total correspondiente. Con este valor se estimó la supervivencia S , como $S = e^{-Z}$, y se aplicó desde la edad de reclutamiento para hallar el número de individuos de cada edad de la captura en cada población.

Es obvio esperar que la supervivencia disminuyera a partir de la captura de una población anterior a la virgen. En estas condiciones se procedió a estimar el número de individuos de cada edad en la población correspondiente a cada captura, por lo que el número de organismos en la edad de reclutamiento se dividió entre la tasa de explotación de la población real, multiplicando el nuevo valor hallado por la supervivencia de cada población reconstruyéndose así todas las poblaciones desde la actual hasta la virgen. Multiplicando cada cantidad de organismos por el peso promedio, y por el incremento en peso correspondientes, se estimó la biomasa y la producción secundaria que aporta cada edad, y sumando estos valores, se obtuvo la biomasa total y la producción total de cada una de las poblaciones reconstruidas. Calculando los incrementos en producción entre cada dos poblaciones sucesivas se obtuvo el primer criterio para encontrar la población que tuviese la mayor producción biológica, y por ende, el mayor rendimiento susceptible de explotación.

Habiendo calculado la tasa de explotación aplicando la ecuación (7), para cada población, se multiplicó por el número de organismos de cada edad, calculándose así la captura que es posible obtener bajo las condiciones de cada una de las poblaciones. Estas capturas se expresaron en términos de biomasa al multiplicar cada valor estimado por

respectivo peso promedio calculado a partir de la ecuación de crecimiento en peso. Este fue el segundo criterio utilizado para estimar el rendimiento máximo, es decir, identificando la población que aportará la captura con la mayor biomasa.

Partiendo de la relación descrita por Ricker (op. cit.):

$$R = N_0 e^{-Mt} \quad \dots (11)$$

donde R es el número de reclutas, N_0 es el número inicial de individuos sobre los cuales incide únicamente mortalidad debida a causas naturales, M es el coeficiente de mortalidad natural y t el número de edades desde la edad cero hasta una antes de la de reclutamiento, se estima el número de individuos de las edades anteriores a ésta; se obtuvo entonces el total de organismos sumándolos desde la clase de edad uno hasta la máxima y con ello se calculó el tamaño de la población expresado en número de individuos.

Otro criterio para estimar la población óptima para su explotación fue el considerar que en aquella identificada como tal la intensidad de pesca, expresada por F, no rebase el valor de la mortalidad natural, es decir, que se cumpla la condición de que F sea menor que M, ya que en caso contrario se podría afectar la tasa de renovación natural de la población. Por lo tanto, la razón de pesca F/Z , debe ser aproximadamente igual, pero menor, que 0.5 (Pauly, op. cit.). Una situación derivada de la anterior, es que la tasa de explotación será aproximadamente $E = 0.3$, es decir, un nivel de utilización del recurso del 30 %.

Identificando la población que se presentase en estas tres condiciones, y conociendo sus demás parámetros, se procedió a estimar el régimen de explotación que podrá conducir a obtener la estructura de la misma, lo cual se logró dividiendo el coeficiente de mortalidad por pesca de dicha población entre el coeficiente de capturabilidad estimado anteriormente para obtener así el esfuerzo pesquero que deberá aplicarse .

Se discute más adelante sobre la inaplicabilidad de los métodos de Schaefer y de Beverton-Holt para obtener otras estimaciones del rendimiento máximo.

RESULTADOS.

Como se mencionó en la sección precedente, se trató de definir la estructura por edades de la población de *L. synagris* por dos métodos. Con los resultados de la lectura de marcas de crecimiento en las escamas se construyó la Tabla 1 que es una clave de edad-longitud y a partir de ella se obtuvo la estructura correspondiente; del análisis de la distribución de frecuencias se construyó la Figura 4 en papel probabilidad para obtener la estructura por el método indirecto. Ambas estructuras obtenidas por los dos métodos se pueden apreciar en la Tabla 2, donde se observa que el sesgo detectado en los muestreos provoca que los valores encontrados por ambos métodos para el primer grupo de edad no concuerda con los citados bibliográficamente. Este sesgo se observó ya que inmediatamente después de las capturas y durante los desembarques se realiza una selección por grupos de peso de los organismos capturados, rechazándose muchos individuos con menos de 250 g que corresponderían a longitudes medias de 150 a 220 mm aproximadamente. Esto provoca que no se pueda, en muchos casos, medir estos organismos, y por otro lado llevó a pensar que la longitud media determinada para el primer grupo no correspondería con la edad real y que habría por lo menos dos grupos de edad anteriores (edades cero y uno). Más aún, al aplicar el modelo de Ford-Walford para encontrar el valor de la longitud máxima promedio, es necesario que se tomen en cuenta clases de edad en las cuales los incrementos sucesivos en longitud vayan disminuyendo, y esto ocurre en las longitudes aquí determinadas. Por último, bibliográficamente se han registrado capturas de individuos desde los 120 mm (Reshetnikov y Claro, op. cit.) o 140 mm con edad cero (Druzhinin, 1970; Munro y Thompson, 1974), por todo lo cual se estimó conveniente asignar al primer grupo la edad de dos años.

Con los datos observados en la segunda Tabla se aplicó el método de Ford-Walford para encontrar el valor de la longitud asintótica; en la Figura 5 se observa que dicho valor ($L_{\infty} = 410.0$ mm) concuerda con el estimado por el procedimiento matemático de este método ($L_{\infty} = 410.37$ mm).

Al resolver la ecuación (2) se obtuvieron los valores de k y t_0 los cuales se observan en la Tabla 3. El valor de t_0 para la ecuación de crecimiento estimado por el método directo resultó demasiado peque-

ño ($t_0 = -6.4416$), lo que indica que la estructura por edades mencionada estaría desfasada por seis grupos de edad y que el primero del muestreo sería el séptimo de la población natural. Esta fue la razón principal por la que se decidió continuar el análisis con base en la estructura por edades obtenida por el método indirecto. Otra razón fue que los valores observados de las longitudes no concordaban con los estimados por la ecuación de crecimiento.

Con los valores encontrados por el método indirecto se construyó la ecuación de crecimiento en longitud:

$$l_t = 410.37 (1 - e^{-0.2469(t - (-0.8222))})$$

Los valores hallados para los parámetros de la ecuación que relaciona el peso y la longitud fueron los siguientes:

$$W = 0.0001245 L^{2.6518}$$

Con los datos de longitud y peso de los organismos enteros se construyó la Figura 6, donde se observa que la relación es bastante uniforme. Al sustituir el valor de L_{∞} en la ecuación anterior se encontró el peso asintótico W_{∞} y se reconstruyó la ecuación de crecimiento en peso:

$$W_t = 1066.39 (1 - e^{-0.2469(t - (-0.8222))})^{2.6518}$$

Los valores calculados por ambas ecuaciones se observan en la Tabla 4. La relación con los valores observados correspondientes se aprecia en la Figura 7. Con los valores observados en la Tabla 5 para el total de individuos en la captura de 1983 se estimó el coeficiente de mortalidad total $Z = 1.1545$, con una supervivencia correspondiente de $S = e^{-Z} = 0.3152$. Como se indicó en la sección precedente la estimación del coeficiente de mortalidad natural M , fue precedida por el cálculo de la longevidad máxima propuesto en la ecuación (5) dando un valor de 12 años, que es una cifra muy baja si se compara con la encontrada por Buesa y Olaechea (op. cit.) que fue de 28 años. También fue necesario hacer la asignación de la edad de reclutamiento como se mencionó en los métodos, observándose que por abundancia le correspon-

dió a la edad de tres años, mientras que al observar la relación presentada en la Figura 8 determina un valor de dos punto ocho por lo que en los cálculos posteriores la edad de reclutamiento aceptada fue de tres años. Precisando más sobre la abundancia de los organismos, la composición de la captura de 1983 de acuerdo a los muestreos realizados revelan que el 57.96 % de la misma estuvo representada por individuos de la edad tres, el 31.27 % por aquellos de la edad cuatro, mientras que las edades cinco, seis y siete representaron apenas el 10 %. Por otro lado, las edades anteriores a la de reclutamiento representaron el 24.39 %; sin embargo, la presencia de ellas en la captura se considera incidental, por lo cual no se tomaron en cuenta en la reconstrucción de las poblaciones.

Al reconstruir la población virgen y estimar la mortalidad en ella se obtuvo un valor de $Z = M = 0.5131$. La representación gráfica del método se observa en la Figura 9. El coeficiente de mortalidad por pesca, estimado por diferencia, tiene un valor de $F = 0.6414$. El coeficiente de capturabilidad q , estimado como ya se mencionó anteriormente, tuvo un valor de $q = 3.76 \text{ E-}5$. Por lo que respecta a la tasa de explotación calculada a partir de la ecuación (7), el resultado fue de $E = 0.3804$, que expresada en porcentaje representa un poco más del 38 % de la población que se ha explotado, mientras que el tamaño calculado para la misma fue $P = 3,479,740$ individuos.

La edad a la cual se estima que el 75 % de la población alcanza la madurez sexual es la de cinco años, ya que en el cálculo realizado se halló una longitud de 307 mm, que correspondería a los 312.9 mm calculados por la ecuación de crecimiento. Los valores de α y β estimados a partir de la población actual fueron calculados en base a los valores de $A = 335,970$ individuos y $R = 2,390,347$ individuos; así, dichos valores fueron $\alpha = 19.3399$ y $\beta = 2.9765 \text{ E-}6$. El nivel de reemplazamiento estimado con estos parámetros fue $\text{Prem} = 995,186$ individuos adultos, que es igual en cantidad a los reclutas en este nivel, considerando las condiciones medio ambientales constantes.

En la Tabla 6 se observa la composición de las capturas, bajo condiciones actuales, en número de individuos para cada edad de las poblaciones actual, hipotéticas y virgen; en la Tabla 7 se observa el tamaño poblacional, la biomasa y la producción de éstas por edades, y en la Tabla 8 se observa el número de individuos, y su biomasa co-

rrespondientes, calculados para las capturas según la tasa de explotación de cada población. Cada una de ellas presenta una edad máxima sucesivamente mayor a la anterior hasta llegar a la longevidad máxima. Se estimaron todos los parámetros descritos anteriormente para cada población y se resumieron en la Tabla 9. Para encontrar la población óptima donde se obtiene el máximo incremento en producción biológica, se estimaron dichos incrementos, y apoyándose en la Figura 10, se determinó que dicha condición se obtiene al pasar de una población con una edad máxima promedio de nueve años a una con edad máxima promedio de ocho años. Ya que se estima un aumento progresivo en la intensidad de pesca desde la población virgen, se observa que esto trae como consecuencia una disminución de la producción biológica; sin embargo, la diferencia que se calcula de una población a la siguiente con una edad máxima promedio menor, tiene un valor mayor cuando se tiene una población hasta la edad máxima de nueve años (50,411.63 Kg). Es decir, esta población presenta la mayor diferencia en producción biológica con respecto a las poblaciones sucesivamente mayor y menor. Ahora bien, al observar la Tabla 8, se determina que la captura calculada para la población con una edad máxima de siete años (actual) representa la mayor biomasa (450,223.31 Kg) en comparación a las poblaciones restantes. Por un lado se tiene, entonces, identificada a la población que rinde la mayor producción biológica, y por el otro, aquella que rinde la mayor biomasa en la captura.

El desarrollo actual del modelo de análisis de la población virgen propone una relación inversa entre el coeficiente de mortalidad total Z , y por ende de la mortalidad por pesca F , y los incrementos en producción biológica, y quizá la captura, entre las distintas poblaciones reconstruidas. Con este procedimiento se tiene un valor de Z asociado a una estructura por edades determinada que rendirá el máximo incremento en producción biológica.

El régimen de explotación estimado para alcanzar y mantener la estructura de la población hasta la edad máxima promedio de nueve años comprende una mortalidad por pesca $F = 0.2565$, que al sumarse con el coeficiente de mortalidad natural $M = 0.5131$, el cual se considera constante para todas las poblaciones, resulta en un coeficiente de mortalidad total $Z = 0.9676$. De estos valores se desprenden las

otras dos condiciones que se establecieron para la determinación de la población a explotar, es decir, se obtiene que la razón de pesca $F/Z = 0.3333$ y que la tasa de explotación tiene un valor de $E = 0.1789$. Estos valores, ligeramente inferiores a los ya mencionados como óptimos no pueden ser utilizados aquí para identificar a la población con edad máxima promedio de nueve años como la que proveerá el rendimiento máximo. El número de individuos de la edad cero calculado como se mencionó en la sección precedente a partir de la ecuación (11), resultó ser $N_0 = 11,142,164$, que al multiplicarlo por el rendimiento óptimo estimado en el modelo de Beverton-Holt, 30 g por recluta, da un valor de 334.26 toneladas, muy bajo en comparación con el rendimiento actual (553.89 toneladas), y sin embargo muy parecido al valor calculado para la biomasa de la captura de la población con edad máxima promedio de nueve años (302.64 toneladas). Por lo que respecta al esfuerzo pesquero que es necesario aplicar, se obtuvo un valor de $f = 6822$ toneladas de capacidad total de la flota, con lo cual se obtendrá una captura por unidad de esfuerzo $cpue = 22.54$.

Al comparar los valores aquí encontrados con los señalados bibliográficamente se encontraron ciertas diferencias en las cuales se debe tomar en cuenta que la mayoría de estos estudios se realizaron en la plataforma cubana. Por ejemplo, se han registrado valores similares al de la longitud asintótica: Reshetnikov y Claro (op. cit.) informan de un valor de 400 mm; Rodríguez (1962, citado por los anteriores autores), encontró una longitud máxima de 420 mm; Buesa y Olaechea (1970, citados por Olaechea y Cruz, 1976), encontraron una longitud asintótica de 406.64 mm.

Los valores de los coeficientes de mortalidad estimados en el presente trabajo son bajos en comparación con los reportados por Carrillo de Albornoz (1979) quien halló valores de $Z = 1.7074$, y de $F = 1.1680$, para 1978 que fue la temporada más reciente analizada en su trabajo. Por su parte, Buesa y Olaechea (op. cit.) citan un valor de $M = 0.8300$.

En cuanto al valor calculado para la longevidad máxima, que fue de 12 años, se estima que es más preciso que el mencionado por Buesa y Olaechea (op. cit.) de 28 años, ya que por tratarse de una especie que habita cerca del trópico debe presentar una longevidad mucho más corta, posiblemente los doce años aquí mencionados y una evidencia

a favor de esta hipótesis es que la lectura de las marcas de crecimiento en las estructura duras de los individuos de esta especie no se han encontrado mayores de siete años; este hecho puede ser una razón muy fuerte para afirmar que el valor encontrado por los investigadores cubanos es demasiado elevado; probablemente esto no sea desconocido para ellos pero quizá el método que utilizaron para realizar este cálculo haya sido el responsable de que se disparara tanto. Es necesario tomar en cuenta también que dicho estudio data de 1970 cuando no se conocía el método aquí descrito. Tampoco se menciona en su informa el procedimiento que siguieron para realizar sus cálculos.

Al igual que Reshetnikov y Claro (op. cit.), se observó que L. synagris presenta un crecimiento acelerado en longitud y peso durante los primeros cuatro años de su ciclo de vida, para después continuar con un crecimiento más lento.

En apoyo a lo anteriormente planteado se puede tomar en consideración el valor de la tasa metabólica $k = 0.2469$, que se puede considerar relativamente alto (para una mejor revisión al respecto, consultar Pitcher y Hart, 1982) lo cual indica un crecimiento acelerado que permitiría alcanzar rápidamente la máxima longevidad de doce años. Valores altos de la tasa metabólica parecen ser característicos de especies que habitan en bajas latitudes (Ross y Huntsman, 1982).

Por su parte, De León (1980) resume algunos valores de especies de aguas parecidas a las de la zona de estudio en cuestión: para Haemulon aurolineatum $k = 0.137$; Calamus proridens $k = 0.3024$; Calamus bajonado $k = 0.1790$; Calamus nodosus $k = 0.1770$.

D I S C U S I O N .

Muchos han sido los autores y sus argumentos, que han discutido acerca de la validez de la aplicación de los métodos directo e indirecto para conocer las estructuras por edades de las poblaciones ic-

ticas, a partir de la cual es posible estimar las tasas de crecimiento y mortalidad (Menon, 1950; Chugunova, 1963, entre otros; para una mejor revisión consultar Weatherley y Rogers, op.cit.). Para el primer caso la justificación principal es que cambios estacionales bien definidos en una época determinada del año son registrados en algunas estructuras rígidas de los peces, lo cual puede indicar directamente la edad de éstos. Sin embargo, estos cambios estacionales con frecuencia no son muy perceptibles en aguas de zonas tropicales, dada la alta constancia de las condiciones medio ambientales, como lo es en la zona de estudio del presente trabajo, por lo que pueden presentarse cualquiera de los dos casos: que se distingan más de una marca para cada clase de edad, que si corresponden a cambios intrínsecos de las poblaciones (desove, maduración, etc.) o que presenten marcas falsas no debidas a procesos fisiológicos ni a cambios ambientales periódicos. Ambos casos presentan una fuente segura de inexactitud en la definición de la estructura por edades.

El análisis de la frecuencia de tallas ofrece una alternativa para el estudio, en particular de especies tropicales, ya que además de consumir poco tiempo, en éstas frecuentemente se dificulta y a veces se imposibilita la determinación de la edad.

Como se mencionó anteriormente, inicialmente se intentó complementar con ambos métodos la determinación de la estructura por edades de la población de *L. synagris*, ya que es necesario confirmar la validez de todas las marcas de crecimiento observadas en las escamas, con el método propuesto por Harding (1949) y ampliado por Cassie (1954) ya que éste permitirá conocer la tendencia de la estructura de los grupos de edad. Esta idea ya había sido expuesta por Le Cren (1947, citado en Weatherley y Rogers, op.cit.).

Al comparar los valores de la longitud teórica cero en el tiempo de vida (t_0) en la Tabla 3, se nota inmediatamente que para el método directo este valor es muy bajo, lo que indica un desfase muy grande en la estructura por edades caso que no ocurre con el método indirecto, por lo cual se estimó necesario continuar el análisis de la población con este método.

Las longitudes y los pesos promedios calculados con las ecua--

ciones de crecimiento para cada clase de edad concuerdan aproximadamente con los citados por Reshetnikov y Claro (1976) y Munro y Thompson (1974) lo que da validez a la metodología seguida hasta este punto.

- Con los valores encontrados para la relación peso-longitud se comprobó que no hubo un muestreo representativo debido a las dificultades mencionadas para obtener individuos de tallas menores a los 180 mm. Sin embargo estos valores resultaron ser más bajos que los mencionados por Contreras (1979), quien obtuvo los siguientes resultados: $a = 0.032$ y $b = 2.81$. Los valores encontrados para estos parámetros no deben ser tomados como absolutos, pues es necesario tomar en cuenta que a lo largo del año los peces cambian su corpulencia debido a diversos factores como son la maduración de las gónadas (sobre todo en las hembras), disponibilidad del alimento, densidad poblacional, etc.

Al comparar el trabajo de Contreras (op.cit.) sobre esta especie en la misma zona de operación de la flota yucateca, se comprobó que los valores del coeficiente de mortalidad total son muy semejantes, ya que este autor obtuvo un valor de $Z = 1.20$; Al obtener la tasa de supervivencia correspondiente, se determinó un valor de $S = 0.3152$, es decir, que aproximadamente una tercera parte de los individuos de cada clase de edad pasa a la siguiente. La mortalidad que incide sobre esta población, según los valores obtenidos, es debida en menor grado a causas naturales que a la mortalidad por pesca, aunque considerando la tasa de explotación se obtuvo un porcentaje menor del 50 % de la mortalidad debida a esta actividad humana.

Una consideración que se estimó de utilidad es la que se presenta en la Figura 11, donde al extrapolar el punto de unión de las curvas de supervivencia y de crecimiento en peso hasta la curva de incrementos en peso, todo en relación al tiempo, se estima la edad de captura óptima entre las edades cuatro y cinco, la cual corresponde aproximadamente a la que presenta el mayor incremento en peso (edad cuatro). Esta situación presenta dos aspectos favorables: por un lado están incluidos en la porción capturable de la población -

los organismos que han tenido su máxima ganancia individual en peso, por el otro, el grado de explotación de esta población ha propiciado que la abundancia de organismos de ciertas edades se vea disminuida, como en este caso en que la edad de captura óptima está desplazada hacia la calculada de primera madurez, pero aún sin alcanzarla, lo que hace posible que al haber más hembras con mayor peso se aumente proporcionalmente su fecundidad (Damas et al., 1979). Aunque debe recordarse que la edad en la que se cumple la madurez se determinó de un modo simplista que puede hacer pensar que en realidad se presente dicho proceso en edades anteriores, como lo han registrado la mayoría de los investigadores cubanos.

Como se mencionó en la sección precedente, no fue posible aplicar el modelo de rendimiento excedente de Schaefer a los datos de captura y esfuerzo que se observan en la Tabla 10, ya que en dicho modelo se considera que al llegar una pesquería al estado de equilibrio y relacionar gráficamente la cpue y el esfuerzo, se obtendrá una línea con pendiente negativa, lo que representa los puntos de equilibrio entre el esfuerzo pesquero y la densidad de la población. Estas premisas no se cumplen con los datos que se recabaron para *L. synagris* en la zona de estudio, pues como se determinó anteriormente la tendencia histórica ha sido ascendente, sobre todo a partir de 1980. En el caso de las isopletas de rendimiento del modelo de Beverton y Holt, se observa que la estimación del rendimiento por recluta, expresado en gramos, coincide aproximadamente, por un lado, con las condiciones de captura óptima encontradas en el análisis de la población virgen, en la cual, como ya se mencionó, se determinó una edad de reclutamiento de tres años y una mortalidad por pesca de 0.6414, mientras que con este modelo se estimó una edad de reclutamiento de tres años y una mortalidad por pesca de 0.7000. Por otro lado, el rendimiento óptimo absoluto calculado por este método resulta un poco superior en comparación con el calculado para la captura de la población con edad máxima de nueve años. La semejanza puede deberse a que los cálculos en ambos modelos incorporan casi los mismos parámetros (Z , M , F , k , etc.) aunque de manera distinta debido al desarrollo matemático en cada caso. Ahora bien, la diferencia se debe quizá a que tanto el reclutamiento como la eficiencia de la flota no estén bien determinados, lo que provocan que no coincidan, como era de esperarse,

las poblaciones con mayor producción y con mayor captura.

El valor calculado de la tasa metabólica $k = 0.2469$ tiene cierta significancia ecológica, ya que por un lado indica que los individuos de esta especie alcanzarán rápidamente la longitud máxima -- promedio, ocasionando con ello que se presente una longevidad relativamente corta (en este punto es necesario recordar que la edad -- máxima observada en la lectura de escamas fue de seis años). Esto -- está relacionado con el principio ecológico que afirma que las especies que viven más cerca del ecuador terrestre presentan un crecimiento más acelerado con una longevidad más corta además de tener -- longitudes más pequeñas en comparación de aquellas especies particulares de latitudes más altas en las que estas características se -- presentan inversamente. Por otro lado, el rápido alcance de la longitud máxima refleja una adaptación ecológica con respecto a los -- niveles tróficos en los cuales se desenvuelven las especies. La rubia, que presenta una tasa de crecimiento alta, es un depredador -- sumamente activo (Sierra y Claro, op.cit.), lo cual lo sitúa en un nivel trófico bajo, en contraposición con otras especies que presentan tasa de crecimiento más bajas y que son depredadores bentónicos -- menos activos (Ross y Huntsman, 1982).

El objetivo más importante en cualquier estudio de una pesquería, sea cual sea el grado de explotación y sobre todo cuando se tienen evidencias de sobrepesca, es la determinación de la captura óptima. Dadas las condiciones en que se ha venido desarrollando la -- pesquería de la rubia en el estado de Yucatán, y estudiando las suposiciones en que se basan los modelos predictivos, solamente fue factible aplicar el modelo de Ricker para la relación entre los adultos y los reclutas, y además, según el procedimiento descrito -- en la metodología, para encontrar la población de la cual se obtenga el rendimiento máximo, lo cual se logrará según los resultados, si se mantiene una estructura por edades hasta la edad nueve. Para lograr esta condición se ha descrito ya el régimen de explotación -- necesario, en términos de mortalidad por pesca y de capacidad neta de la flota. Como se puede apreciar en la Tabla 9, los valores calculados para los parámetros exhiben tendencia clara a aumentar o -- disminuir a medida que se aproximan a los de la población virgen.,

en la cual no existe explotación por pesca (en este sentido Doi la denomina stock virgen). Esta población presenta la estructura por edades más grande ya que en ella los individuos alcanzan en promedio la edad de doce años, por lo cual representa el mayor número de individuos (5,920,359) con la mayor biomasa (2306.27 toneladas).

Para la aplicación del procedimiento seguido hasta aquí es necesario hacer las siguientes consideraciones:

- 1.- La población en estudio se encuentra en un estado de equilibrio y el nivel de explotación en que se halla no ha afectado la tasa de renovación natural. Esta condición si se cumple ya que es muy probable que la razón de pesca este sobreestimada ya que al calcular el número de individuos de la población actual a partir de los estimados para la captura de 1983, se hizo necesario realizar un ajuste de la mortalidad total, pues el valor se obtuvo de la pendiente de la regresión propuesta en la ecuación(4).
- 2.- El nivel de reclutamiento permanece constante al reconstruir las poblaciones actual, hipotéticas y virgen.

Es obvio que para estimar más exactamente la variación en el reclutamiento se debería tener una serie de información a lo largo de varias temporadas y evaluar así lo que realmente ocurre con la tasa de reclutamiento. Así mismo, es de esperarse que las capturas que se obtengan no fluctúen en amplios límites que impidan ajustarlas a la biomasa estimada como óptima, caso que se presentaría si las poblaciones estudiadas presentasen grandes cambios en el volumen de las clases anuales no debidos a la regulación que sobre ellas se practique. (Gulland, 1971).

No está por demás señalar que todas las estimaciones que se realicen para la explotación de cualquier especie deberán estar basadas en una serie continua de estudios técnicos que permitan conocer la evolución de la estructura de la población, así como todos sus demás parámetros para saber si la política de explotación que está siguiendo es la más adecuada o si es necesario efectuar cambios y en qué -- sentido. Estos estudios biológicos servirán tanto para no cometer el error de tratar de ajustar la biología de la especie a los modelos matemáticos, como para demostrar con bases científicas a los administradores cual es el mejor camino a seguir en la explotación de los

recursos marinos, esto es, proponer las mejores opciones de regulación. ~~?~~

Se pretende que el presente trabajo genere información básica preliminar que permita un mejor manejo de la pesquería de arrastre donde este incluida L. synagris. Además es necesario considerar la dificultad que representa el hecho de estudiar, dentro de pesquería multiespecíficas, una sola especie y proponer medidas de regulación pues éstas necesariamente afectan la composición de la comunidad. Es por ello que se cree conveniente que la dirección de las nuevas investigaciones debe estar orientada hacia pesquerías donde esten mezcladas en alto grado varias especies a la vez.

C O N C L U S I O N E S

En base al análisis efectuado de los resultados obtenidos, se establecieron las siguientes conclusiones que se consideran de mayor importancia:

- 1.- En la definición de la estructura por edades de la población de L. synagris y de las especies de peces tropicales y subtropicales, es recomendable complementarla con ambos métodos, directo e indirecto, para obtenerla de la manera más precisa y real posible.
- 2.- Es necesario diseñar un programa de muestreo que permita el acceso a toda la captura de tal manera que se esté en condiciones de medir y pesar individuos que no llegan a la talla mínima comercial.
- 3.- La aplicación de varios métodos utilizados en el presente estudio está ampliamente difundida y aceptada entre los investigadores de la biología pesquera; sin embargo, otros, como los propuestos para el cálculo de la edad de primera madurez sexual o para la determinación del coeficiente de capturabilidad, deben estar cimentados en bases más sólidas, como la observación directa de las gónadas, por un lado, o la estimación diferencial

por edades, por el otro, a fin de no recurrir en estimaciones que puedan resultar simplistas.

- 4.- Los valores señalados en los resultados concuerdan razonablemente con los reportados bibliográficamente. En algunos casos se consideraron válidos cuando no se tenía punto de comparación o por el contrario se tenía la certeza de su validez.
- 5.- El alto valor estimado de la tasa metabólica ($k = 0.2469$) representa una adaptación ecológica ya que se considera que esta especie es un depredador muy activo, además de que corresponde dicho valor con otros semejantes para distintas especies de peces tropicales.
- 6.- Las condiciones históricas de la pesquería y el desarrollo intrínseco de los modelos predictivos no hacen posible su aplicación para la estimación del rendimiento óptimo, según se discutió anteriormente. \leftarrow
- 7.- Es necesario tratar de mantener la estructura de la población hasta una edad máxima de nueve años, disminuyendo para ello el esfuerzo pesquero a 6,822 toneladas de capacidad de la flota que representan una mortalidad por pesca de $F = 0.2565$ para obtener el máximo rendimiento biológico. Este es el nivel de desarrollo del modelo de análisis de la población virgen.
- 8.- La talla mínima de captura calculada para Lutjanus synagris fue de 250 mm.
- 9.- Este primer intento por evaluar el rendimiento óptimo de esta especie no debe considerarse como absoluto; antes bien, es preciso realizar una serie continua de estudios tendientes a conocer la evolución de la estructura de la población, y sus parámetros, para estar en condiciones de proponer las medidas más adecuadas para la explotación de este recurso.

Tabla 1. Clave edad-longitud de Lutjanus synagris.

| Longitud (mm) | Edades | | | | | | | T |
|------------------|--------|----|----|----|----|---|---|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 195 | | 1 | | | | | | 1 |
| 200 | 2 | - | | | | | | 2 |
| 205 | 3 | 2 | | | | | | 5 |
| 210 | - | 2 | 3 | | | | | 5 |
| 215 | 2 | 2 | 1 | | | | | 5 |
| 220 | 1 | 5 | 5 | 1 | | | | 12 |
| 225 | 2 | 3 | - | 1 | | | | 6 |
| 230 | 1 | 2 | 3 | - | | | | 6 |
| 235 | 3 | 7 | 3 | - | | | | 13 |
| 240 | 2 | 3 | 3 | - | | | | 8 |
| 245 | 1 | 3 | 2 | 1 | | | | 7 |
| 250 | - | 7 | 4 | - | | | | 11 |
| 255 | 1 | 2 | 5 | 1 | | | | 9 |
| 260 | - | - | - | 2 | | | | 2 |
| 265 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | | | 4 |
| 270 | | 4 | 2 | - | - | | | 6 |
| 275 | | 2 | - | 1 | - | | | 3 |
| 280 | | 1 | 1 | 1 | 2 | | | 5 |
| 285 | | | 1 | 1 | 3 | | | 5 |
| 290 | | | 2 | - | 2 | | | 4 |
| 295 | | | - | 1 | 1 | | | 2 |
| 300 | | | 1 | 3 | - | | | 4 |
| 305 | | | | 1 | 1 | | | 2 |
| 310 | | | | 2 | - | 1 | | 3 |
| 315 | | | | 1 | - | - | | 1 |
| ⋮ | | | | | | | | |
| 355 | | | | | | 1 | 1 | 2 |
| 360 | | | | | | | 1 | 1 |
| Total | 15 | 46 | 35 | 18 | 10 | 2 | 2 | 134 |

Tabla 2. Estructura por edades de *L. synagris* a partir de los métodos directo e indirecto.

| Edad | Directo | | Indirecto | |
|------|---------|-----------------|-----------|-----------------|
| | n | long. \bar{x} | n | long. \bar{x} |
| 0 | 19 | 226 | | |
| 1 | 48 | 234 | | |
| 2 | 35 | 245 | 387 | 205 |
| 3 | 18 | 280 | 901 | 250 |
| 4 | 10 | 286 | 467 | 285 |
| 5 | | | 117 | 312.5 |

Tabla 3. Parámetros de la ecuación de crecimiento obtenidos por los métodos directo e indirecto.

| Parámetros | Directo | Indirecto |
|--------------|---------|-----------|
| L_{∞} | 428.22 | 410.37 |
| k | 0.0962 | 0.2469 |
| t_0 | -6.4416 | -1.8222 |

Tabla 4. Longitud y peso promedio de los grupos de edad de la población de *L. synagris*.

| Edad | long. (mm) | peso (g) | Δ peso (g) |
|------|---------------|-------------|----------------------|
| 0 | 75.4 | 11.9 | - |
| 1 | 148.7 | 72.3 | 60.3 |
| 2 | 205.9 | 171.4 | 99.1 |
| 3 | 250.7 | 288.6 | 117.2 |
| 4 | 285.6 | 407.9 | 119.3 |
| 5 | 312.9 | 519.6 | 111.7 |
| 6 | 334.3 | 618.9 | 99.3 |
| 7 | 350.9 | 704.1 | 85.2 |
| 8 | 363.9 | 775.5 | 71.2 |
| 9 | 372.1 | 834.2 | 58.7 |
| 10 | 382.0 | 882.0 | 47.8 |
| 11 | 388.2 | 920.5 | 38.5 |
| 12 | 393.1 | 951.3 | 30.8 |

Estos valores se calcularon con las siguientes ecuaciones:

$$l_t = 410.37 (1 - e^{-0.2469 (t - (-0.8222))}) \quad r = 0.9940$$

$$w_t = 1066.39 (1 - e^{-0.2469 (t - (-0.8222))})^{2.6518} \quad r = 0.9999$$

Tabla 5. Relación del número de individuos de L. synagris en la captura de 1983 a partir del número registrado en los muestreos.

| E | N° inds.* | B(Kg)* | %B | B(tons)** | N° inds.** |
|---|-----------|--------|-------|-----------|------------|
| 1 | 14 | 1 | | | |
| 2 | 369 | 63.2 | | | |
| 3 | 910 | 262.6 | 47.40 | 262.42 | 909,286 |
| 4 | 491 | 200.3 | 36.12 | 200.10 | 490,561 |
| 5 | 139 | 72.2 | 13.03 | 72.18 | 138,914 |
| 6 | 21 | 13.0 | 2.34 | 12.96 | 20,940 |
| 7 | 9 | 6.3 | 1.14 | 6.32 | 8976 |

* Pertenecen a los muestreos.

** Pertenecen a la captura de 1983.

Las primeras dos edades no se tomaron en cuenta para obtener los porcentajes. El 59.25 % (553.89 toneladas) de la captura de la "rubia" de 1983 corresponden a L. synagris.

Tabla 6. Número de individuos presentes en las distintas capturas para cada clase de edad, estimados según el valor de Z correspondiente.

| Edad | P ₇ | P ₈ | P ₉ | P ₁₀ | P ₁₁ | P ₁₂ |
|------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 3 | 909,286 | 909,286 | 909,286 | 909,286 | 909,286 | 909,286 |
| 4 | 286,613 | 361,058 | 421,144 | 470,093 | 510,503 | 544,320 |
| 5 | 90,342 | 143,368 | 195,057 | 243,034 | 286,613 | 325,842 |
| 6 | 28,476 | 56,928 | 90,342 | 125,646 | 160,914 | 195,057 |
| 7 | 8976 | 22,605 | 41,843 | 64,958 | 90,342 | 116,767 |
| 8 | | 8976 | 19,380 | 33,583 | 50,721 | 69,898 |
| 9 | | | 8976 | 17,362 | 28,476 | 41,843 |
| 10 | | | | 8976 | 15,987 | 25,048 |
| 11 | | | | | 8976 | 14,994 |
| 12 | | | | | | 8976 |
| Z | 1.1545 | 0.9236 | 0.7696 | 0.6597 | 0.5772 | 0.5131 |

El subíndice indica la edad máxima promedio a la que llegan los individuos de acuerdo a la supervivencia. La primera población es la real, la última la virgen y las intermedias las hipotéticas.

Tabla 7. Tamaño poblacional (número de individuos) y Producción secundaria (toneladas) por edades de cada una de las poblaciones reconstruidas.

| Edad | P ₇ | | P ₈ | | P ₉ | | P ₁₀ | | P ₁₁ | | P ₁₂ | |
|------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| | tam. pob. | p.s. | tam. pob. | p.s. | tam. pob. | p.s. | tam. pob. | p.s. | tam. pob. | p.s. | tam. pob. | p.s. |
| 3 | 2,390,342 | 280.15 | 2,390,342 | 280.15 | 2,390,342 | 280.15 | 2,390,342 | 280.15 | 2,390,342 | 280.15 | 2,390,342 | 280.15 |
| 4 | 753,472 | 89.89 | 949,174 | 113.24 | 1,107,202 | 132.09 | 1,235,822 | 147.43 | 1,342,101 | 160.11 | 1,430,947 | 170.71 |
| 5 | 237,506 | 30.55 | 376,905 | 42.10 | 512,854 | 57.28 | 638,928 | 71.37 | 753,547 | 84.17 | 856,618 | 95.68 |
| 6 | 74,865 | 7.43 | 149,664 | 14.86 | 237,553 | 23.59 | 330,330 | 32.80 | 423,093 | 42.01 | 512,803 | 50.92 |
| 7 | 23,599 | 2.01 | 59,429 | 5.06 | 110,034 | 9.37 | 170,783 | 14.55 | 237,553 | 20.24 | 306,983 | 26.15 |
| 8 | | | 23,599 | 1.68 | 50,968 | 3.63 | 88,296 | 6.29 | 133,379 | 9.50 | 183,771 | 13.10 |
| 9 | | | | | 23,608 | 1.38 | 45,649 | 2.68 | 74,888 | 4.40 | 110,012 | 6.46 |
| 10 | | | | | | | 23,601 | 1.13 | 42,047 | 2.00 | 65,857 | 3.15 |
| 11 | | | | | | | | | 23,608 | 0.91 | 39,425 | 1.52 |
| 12 | | | | | | | | | | | 23,601 | 0.73 |

Tabla 8. Capturas estimadas para cada población de acuerdo a su respectiva tasa de explotación, expresadas en número de individuos y biomasa (toneladas).

| Edad | P ₇ | | P ₈ | | P ₉ | | P ₁₀ | | P ₁₁ | |
|------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| | n. i. | b. | n.i. | b. | n.i. | b. | n.i. | b. | n.i. | b. |
| 3 | 909,286 | 262.42 | 640,373 | 184.81 | 427,632 | 123.41 | 256,484 | 74.02 | 114,736 | 33.11 |
| 4 | 286,621 | 116.91 | 254,284 | 103.72 | 198,078 | 80.79 | 132,604 | 54.10 | 64,421 | 26.28 |
| 5 | 90,347 | 46.94 | 100,973 | 52.46 | 91,750 | 47.67 | 68,557 | 35.62 | 36,170 | 18.79 |
| 6 | 28,479 | 17.62 | 40,095 | 24.81 | 42,498 | 26.30 | 35,444 | 21.94 | 20,305 | 12.58 |
| 7 | 8,977 | 6.32 | 15,921 | 11.21 | 19,685 | 13.86 | 18,325 | 12.90 | 11,402 | 8.03 |
| 8 | | | 6,322 | 4.90 | 9,118 | 7.07 | 9,474 | 7.35 | 6,402 | 4.96 |
| 9 | | | | | 4,223 | 3.52 | 4,898 | 4.08 | 3,595 | 3.00 |
| 10 | | | | | | | 2,532 | 2.23 | 2,018 | 1.78 |
| 11 | | | | | | | | | 1,133 | 1.04 |
| E | 0.3804 | | 0.2679 | | 0.1789 | | 0.1073 | | 0.0480 | |

Tabla 9. Resumen de los parámetros calculados para cada una de las poblaciones actual, virgen e hipotéticas de Lutjanus synagris.

| Parámetros | P ₇ | P ₈ | P ₉ | P ₁₀ | P ₁₁ | P ₁₂ |
|------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Z | 1.1545 | 0.9236 | 0.7696 | 0.6597 | 0.5772 | 0.5131 |
| F | 0.6414 | 0.4105 | 0.2565 | 0.1466 | 0.0641 | 0.0000 |
| F/Z | 0.5555 | 0.4444 | 0.3333 | 0.2222 | 0.1111 | 0.0000 |
| E | 0.3804 | 0.2679 | 0.1789 | 0.1073 | 0.0487 | 0.0000 |
| P | 3,479,784 | 3,949,113 | 4,432,561 | 4,923,751 | 5,420,558 | 5,920,359 |
| Pps | 410.03 | 457.09 | 507.50 | 556.40 | 603.49 | 648.55 |
| Inc. ps | 47.06 | 50.41 | 48.89 | 47.10 | 45.06 | - |
| Bc | 450.22 | 381.93 | 302.64 | 212.24 | 109.57 | - |
| f | 17,058 | 10,917 | 6,819 | 3,897 | 1,704 | - |

Z Coeficiente de mortalidad total.

F Coeficiente de mortalidad por pesca.

F/Z Razón de pesca.

E Tasa de explotación.

P Tamaño de la población en número de individuos a partir de la edad de reclútas.

Pps Producción secundaria en toneladas de las poblaciones.

Inc. ps Incrementos en producción secundaria, en toneladas, obtenidos por diferencia,
 $P_t - P_{t-1}$.

Bc Biomasa en toneladas de las capturas calculadas.

f Esfuerzo de pesca, en tonelaje de capacidad de la flota.

La mortalidad por causas naturales se consideró constante $M = 0.5131$, al igual que el coeficiente de capturabilidad $q = 3.76 \text{ E-}5$.

Tabla 10. Producción pesquera anual (Kg) de *L. synagris*, esfuerzo (tonelaje de capacidad de la flota) y captura por unidad de esfuerzo, en Yucatán.

| Año | Captura | Esfuerzo | cpue |
|-------|-----------|----------|--------|
| 1970 | 130,000 | 5994 | 21.77 |
| 1971 | 145,000 | 6585 | 22.02 |
| 1972 | 168,000 | 7787 | 21.57 |
| 1973 | 292,000 | 8871 | 32.92 |
| 1974 | 283,000 | 9299 | 30.43 |
| 1975 | 405,000 | 9661 | 41.92 |
| 1976* | 487,000 | 10,629 | 45.37 |
| 1977 | 500,000 | 11,598 | 43.11 |
| 1978 | 473,147 | 13,918 | 34.00 |
| 1979 | 300,000 | 14,204 | 21.14 |
| 1980 | 1,191,294 | 15,496 | 76.88 |
| 1981 | 1,983,347 | 16,290 | 121.75 |
| 1982 | 1,437,908 | 17,051 | 84.33 |

Fuente: Dirección General de Informática y Estadística.
Secretaría de Pesca.

* El esfuerzo de 1976 se calculó como el promedio de los años 1975 y 1977.

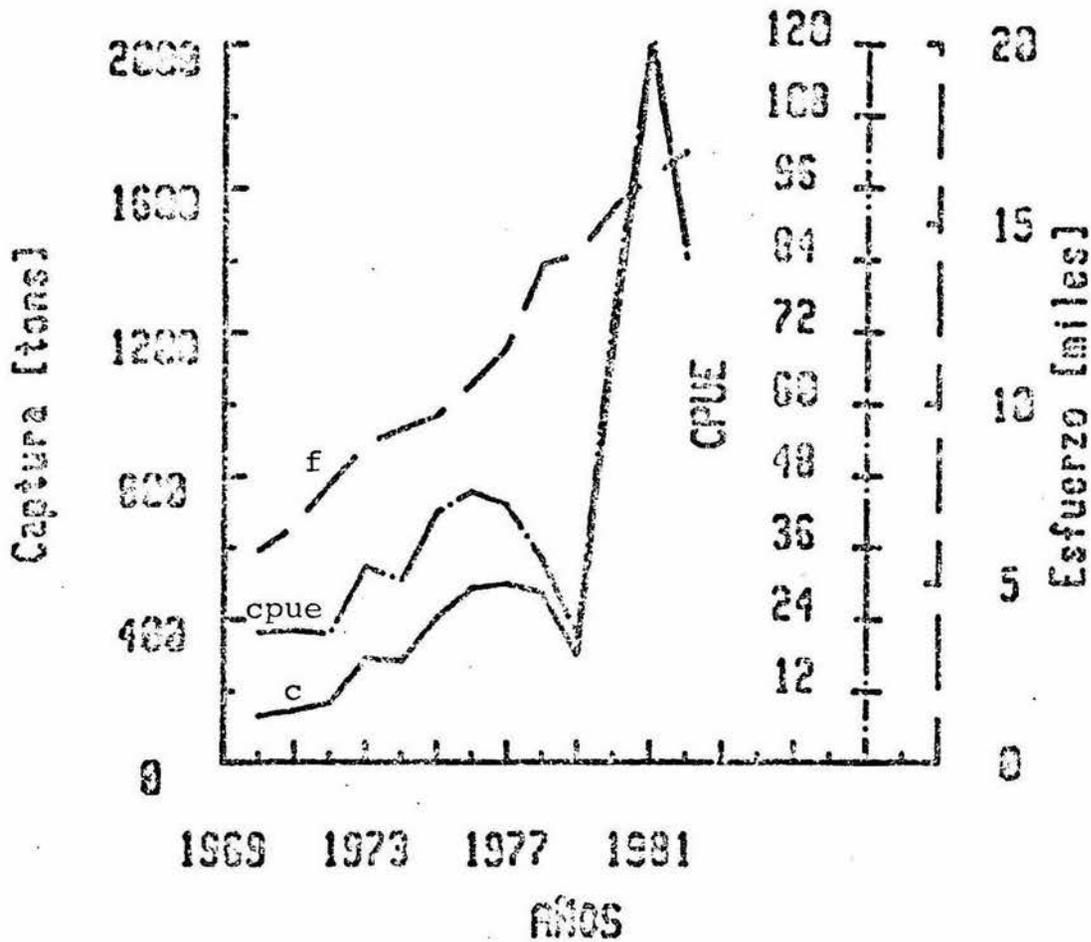


Figura 1. Tendencia histórica de las capturas de *L. synagris*, el aumento del esfuerzo (f), y de la captura por unidad de esfuerzo (cpue), en el Estado de Yucatán desde 1970 hasta 1982. El esfuerzo en miles de toneladas.

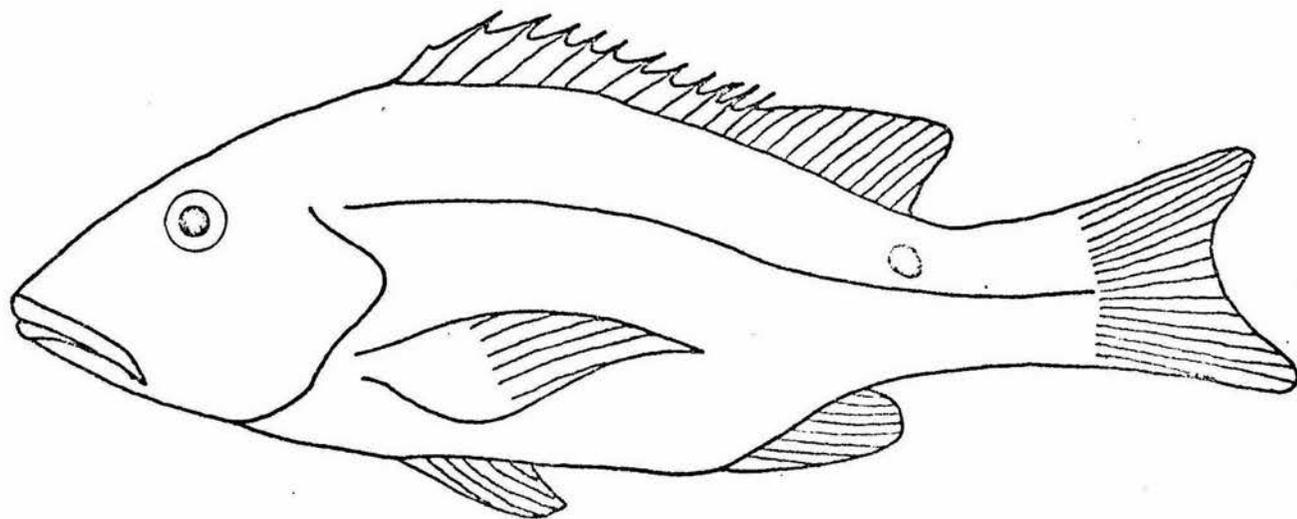


Figura 2. Esquema de Lutjanus synagris.

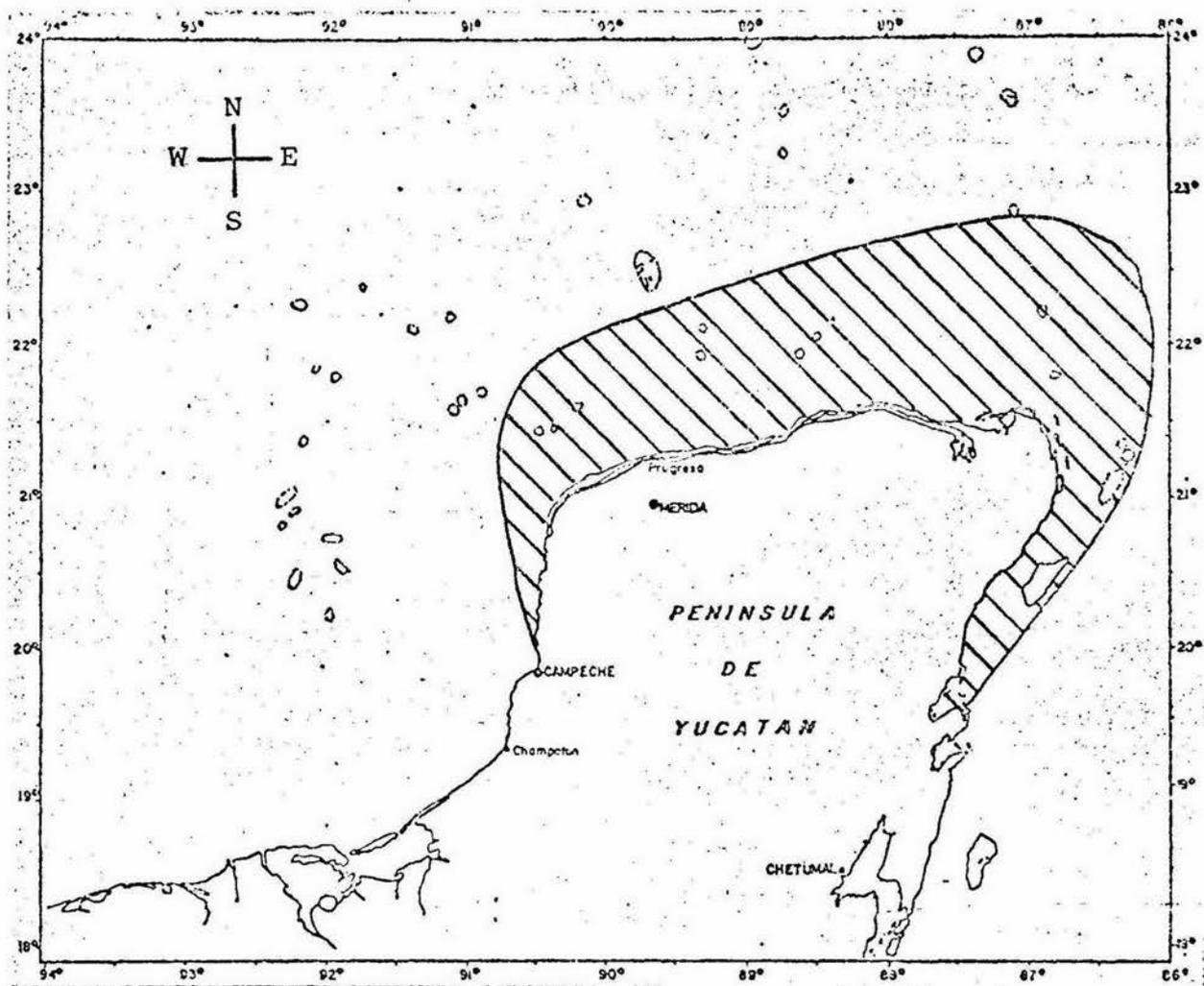


Figura 3. Area de estudio: ubicación del puerto de Progreso.
 Zona de operación de la flota del Estado de Yucatán.
 (sombreado).

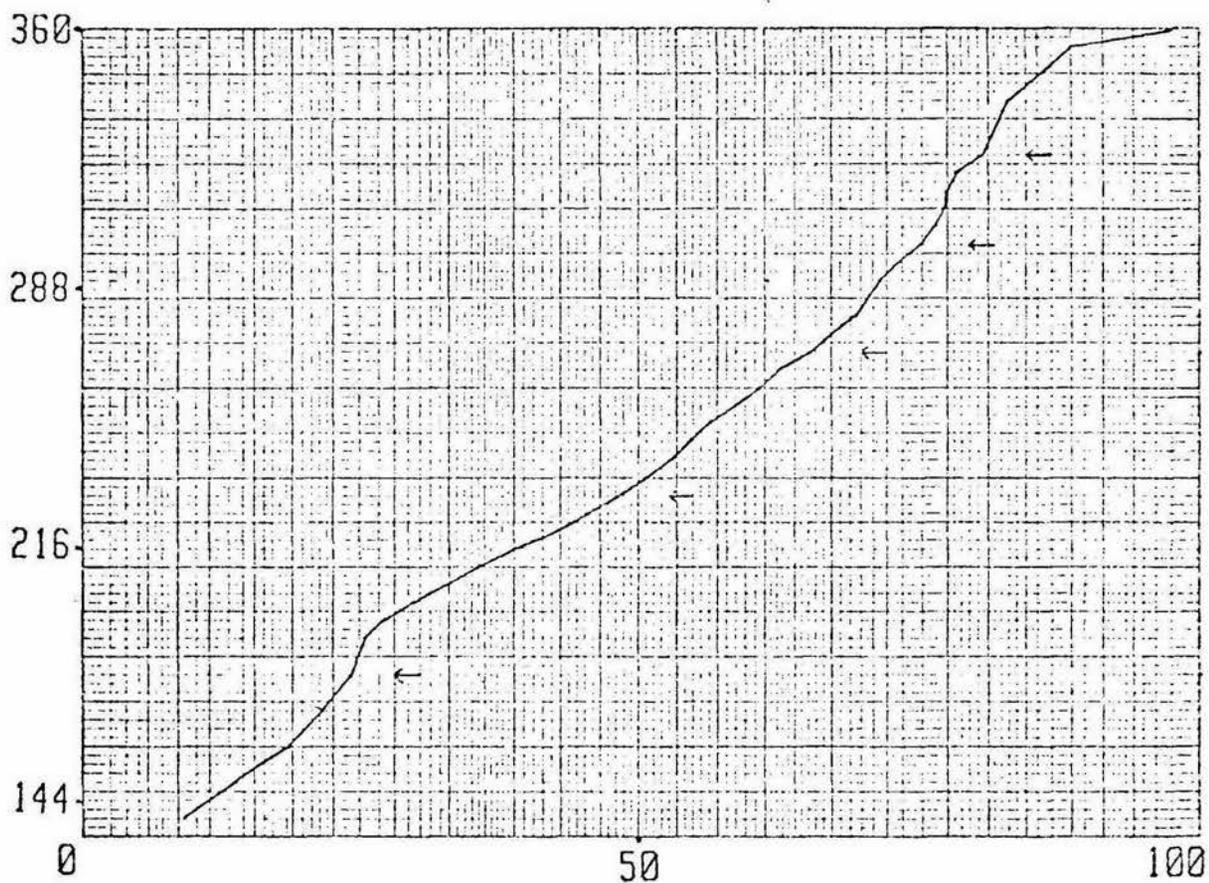


Figura 4. Método gráfico para determinar las clases de edad en papel probabilidad mediante el método indirecto. Las flechas indican los puntos de inflexión (180 mm., 230 mm., 270 mm., 300 mm. y 325 mm.).

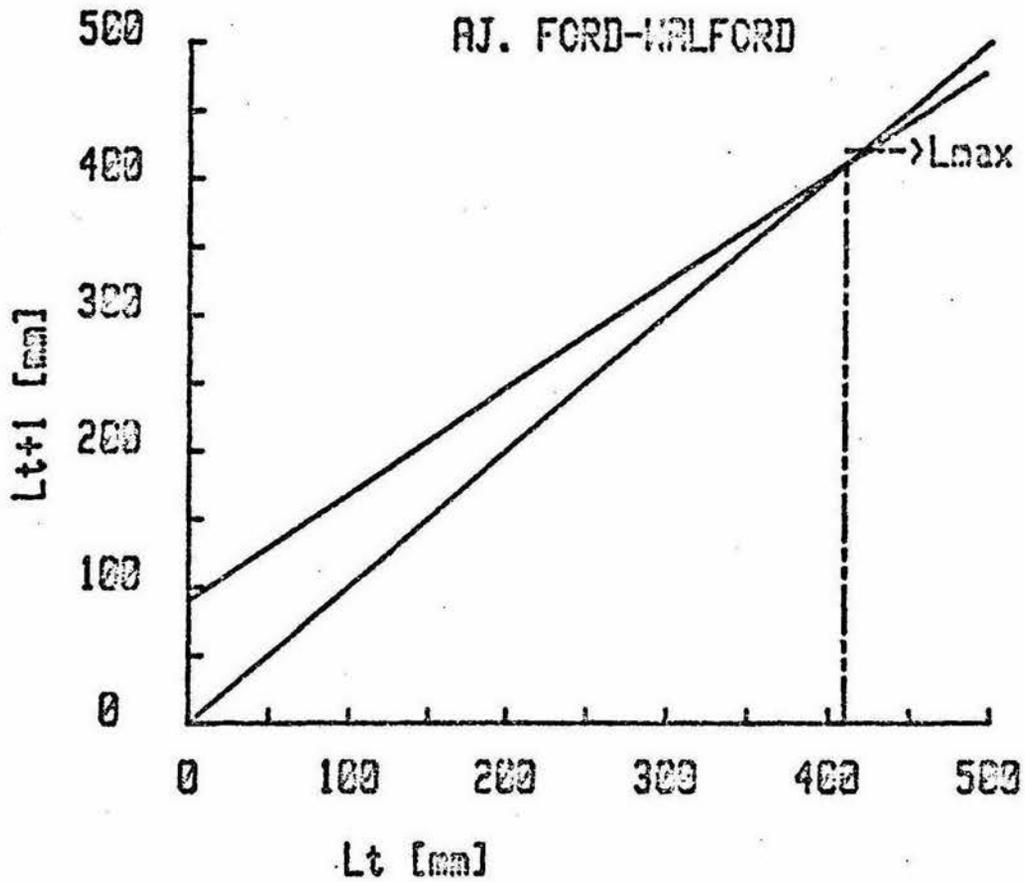


Figura 5. Ajuste gráfico de Ford-Walford para calcular la longitud asintótica ($L_{\infty} = 410.0$ mm).

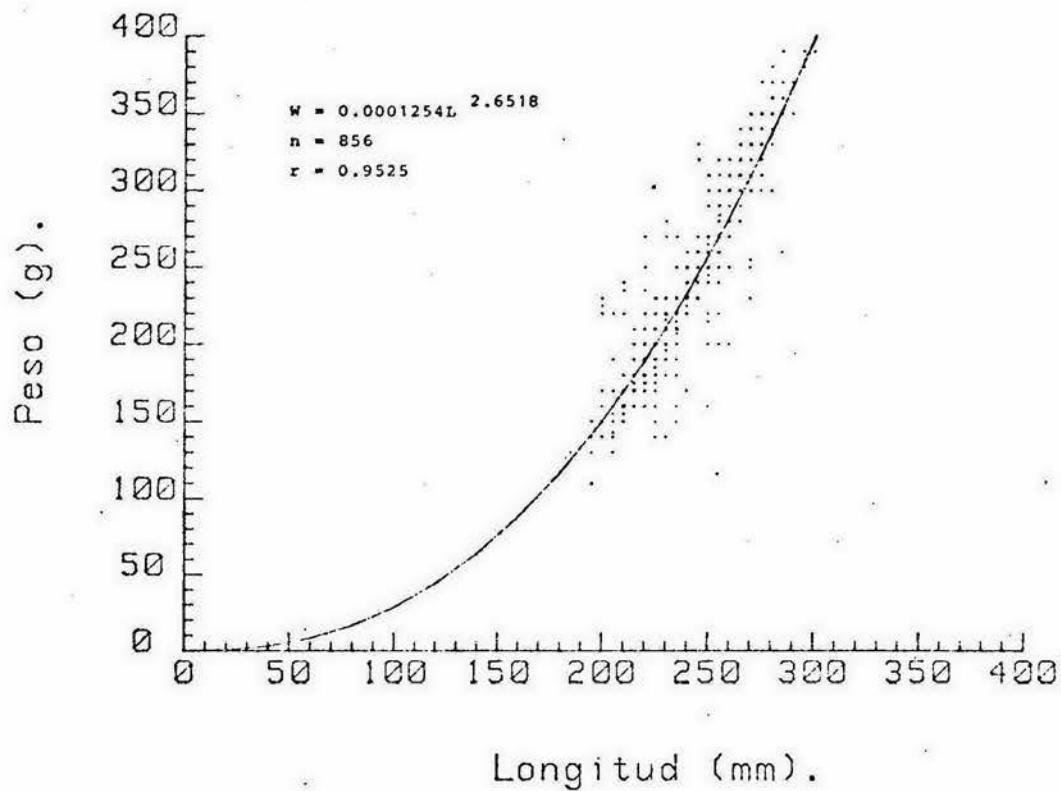


Figura 6. Relación peso-longitud de organismos enteros de *L. synagris* para ambos sexos.

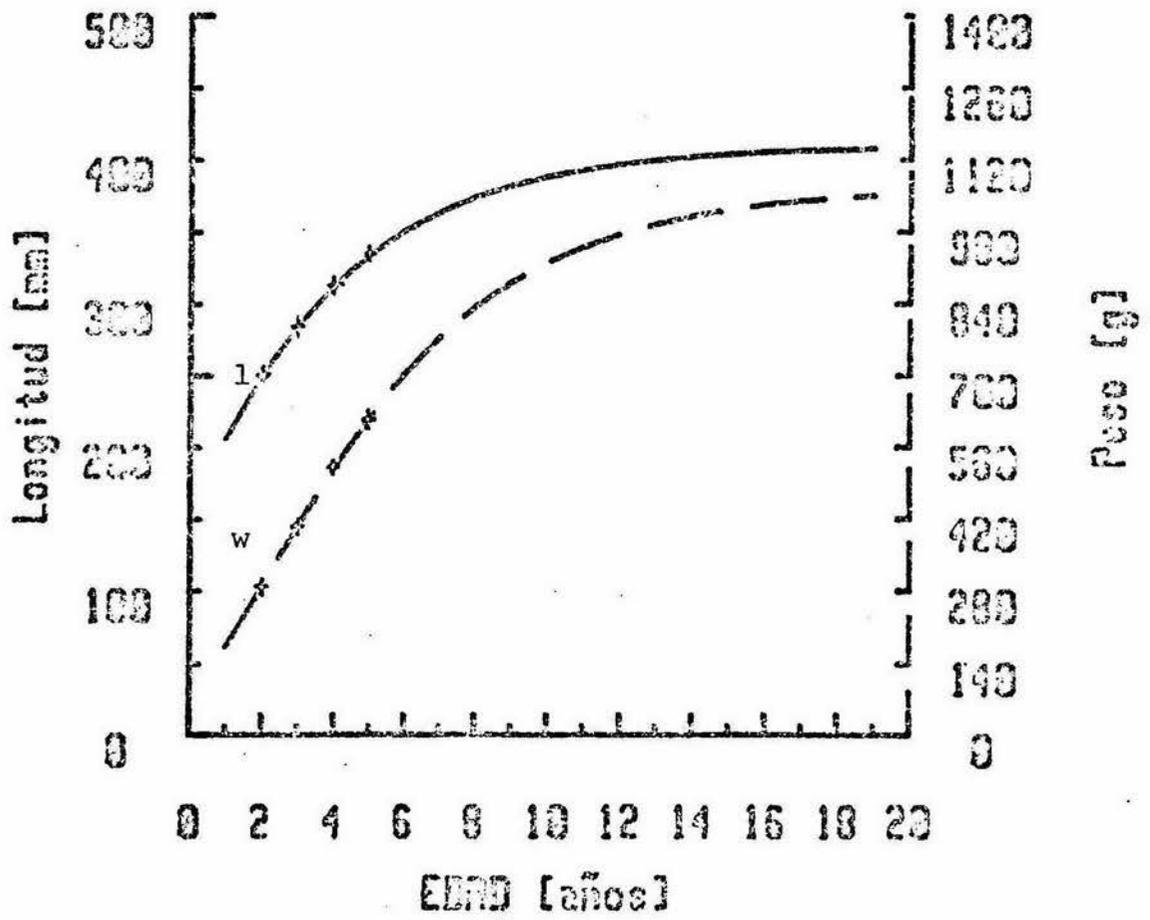


Figura 7. Curvas teóricas de crecimiento en longitud y en peso de *L. synagris*. + valores observados.

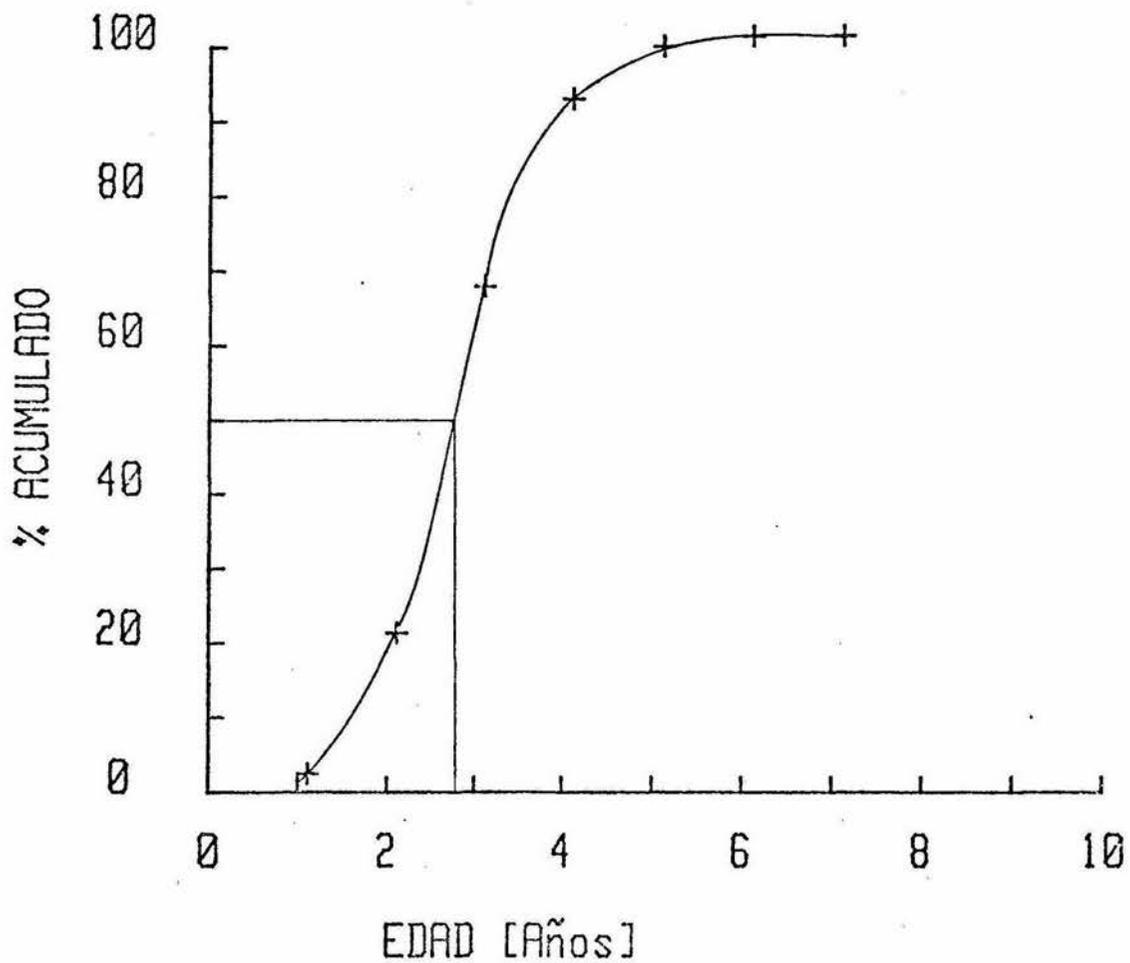


Figura 8. Estimación gráfica de la edad media de reclutamiento. El porcentaje corresponde a la abundancia de cada grupo de edad presente en los muestreos.

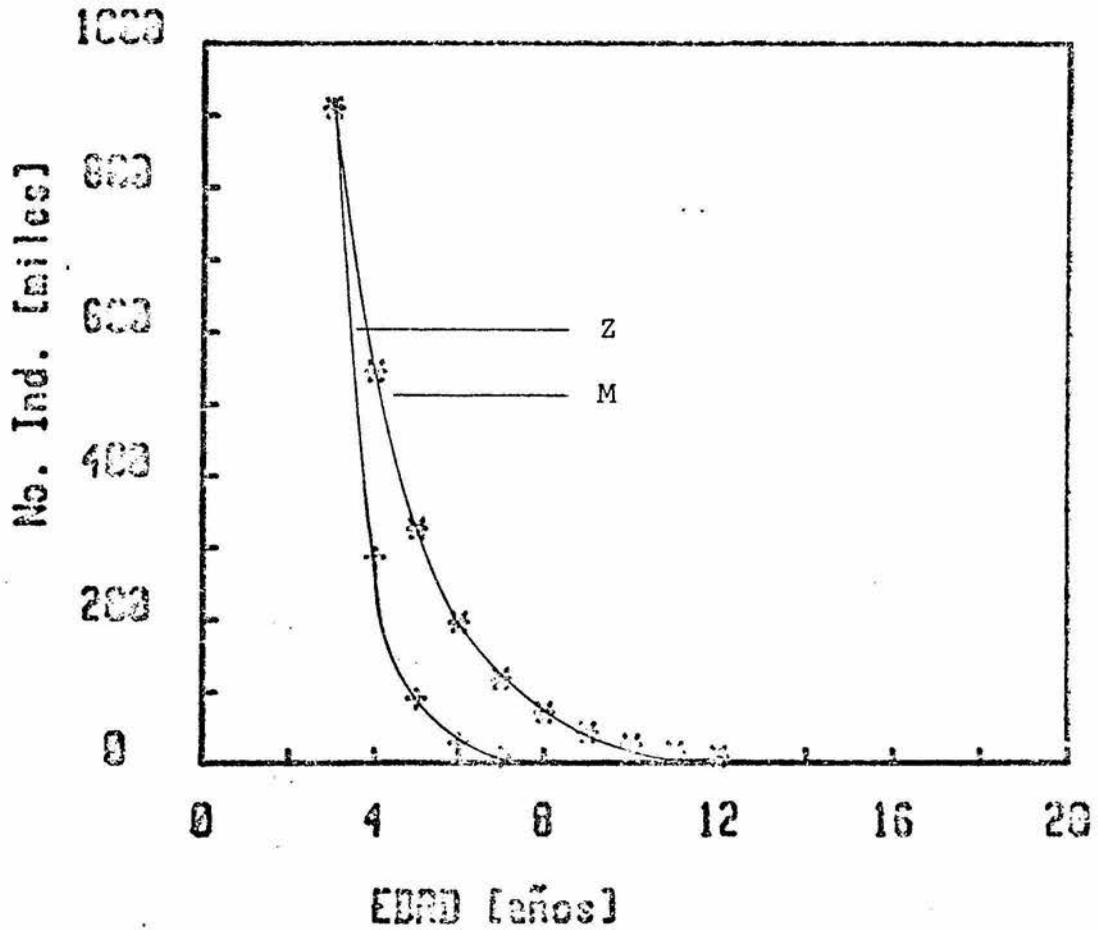


Figura 9. Representación gráfica del procedimiento para separar la mortalidad total Z , y la mortalidad natural $Z'=M$. La primera corresponde a la población real y la segunda a la población virgen.

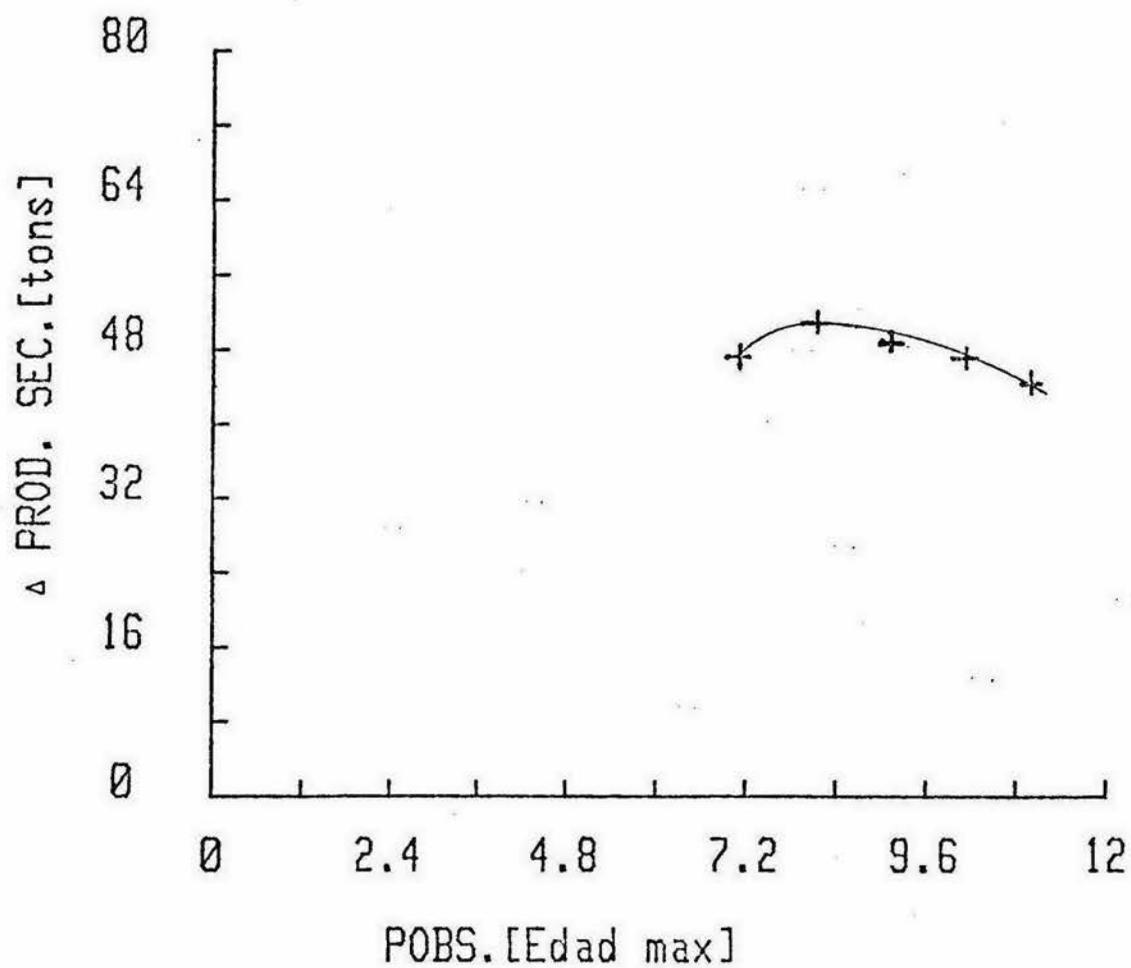


Figura 10. Determinación de la población óptima mediante la ganancia en producción secundaria capturable.

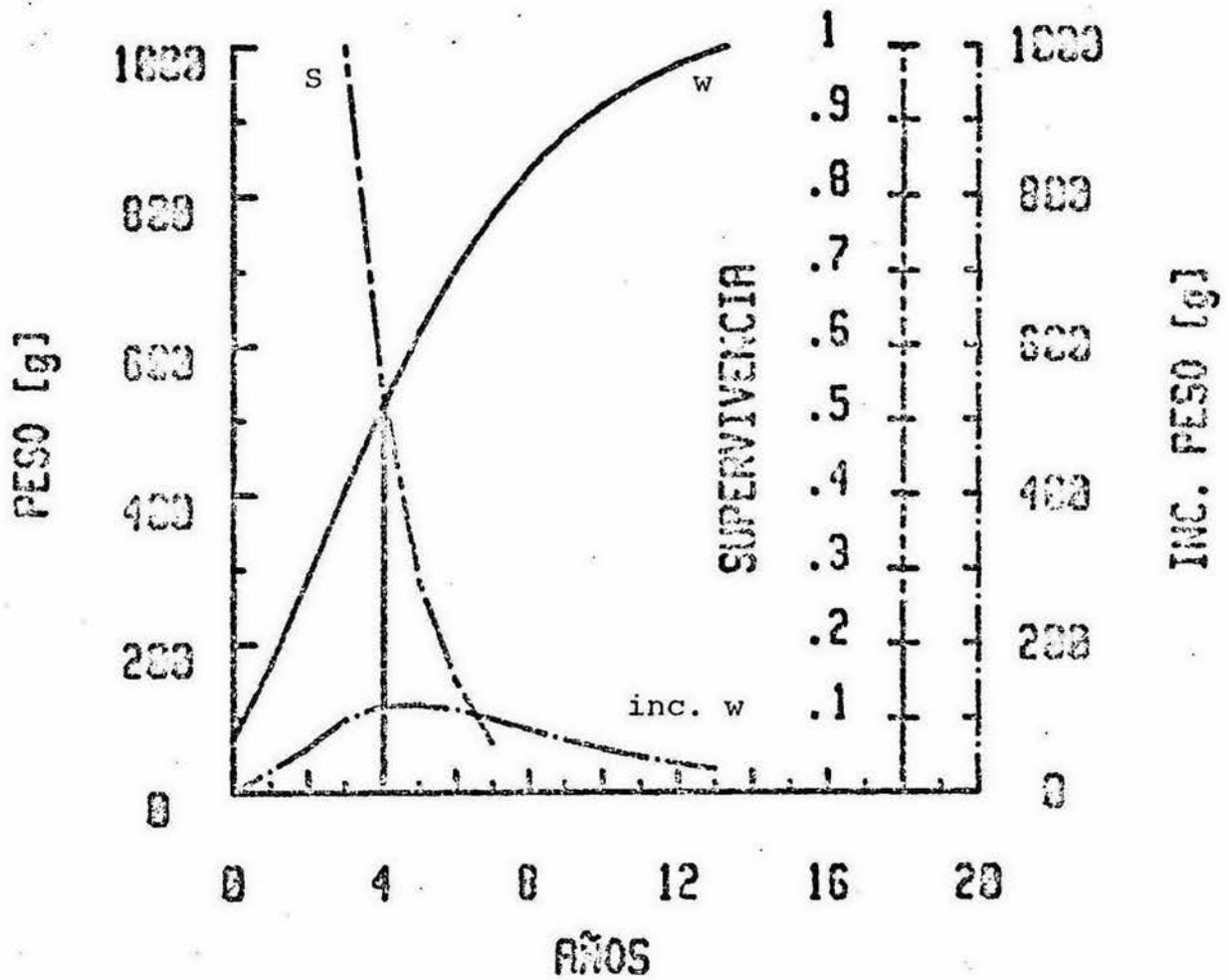


Figura 11. Estimación gráfica de la edad óptima de captura.

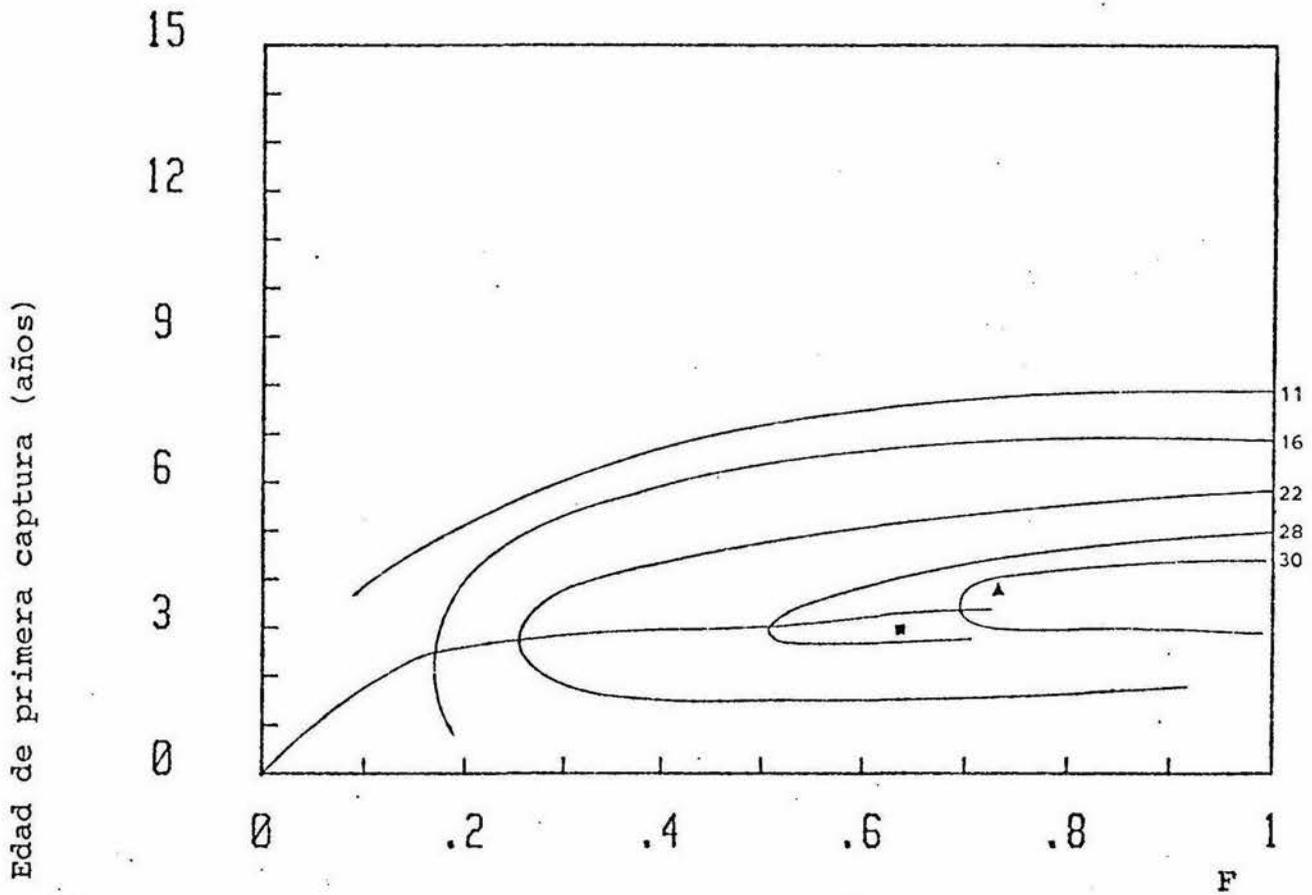


Figura 12. Isopletas de rendimiento.

El triángulo representa el estado óptimo.

El cuadrado representa el estado actual.

L I T E R A T U R A C I T A D A .

- Cantarell, E. (1982). Determinación de la Edad y el Ritmo de Crecimiento del Pargo Canane (Ocyurus chrysurus, Bloch 1791) en el Estado de Yucatán. Tesis. ENEPI, UNAM.
- Carrillo de Albornoz, C. (1979). Estado de la Pesquería de la Biajaiba (Lutjanus synagris) en la Plataforma Suroccidental de Cuba. Rev. Cub. Inv. Pesq. 4(4): 42 p.
- Cassie, R.M. (1954). Some Uses of Probability Paper in the Analysis of the Size Frequency Distributions. Aust. Jour. of Mar. Fres. Res. 5(3):513-522.
- Contreras, M. (1979). Programa de Pesca Experimental para la Costa de Yucatán. Curso de Investigación Pesquera. C.I.P. Yucalpeten.
- Chugunova, N.I. (1963). Age and Growth Studies in Fish. National Science Foundation, Washington, D.C., U.S.A.
- Claro Madruga, R. (1981a). Ecología y Ciclo de Vida de la Biajaiba, (Lutjanus synagris, Linnaeus 1758) en la Plataforma Cubana. II Biología Pesquera. Acad. Cien. Cub.
- _____, R. (1981b) Ecología y Ciclo de Vida de la Biajaiba, (Lutjanus synagris, Linnaeus), en la Plataforma Cubana. III Nutrición. Acad. Cien. Cub.
- Cruz, R. (1978). Algunas Consideraciones Sobre las Pesquerías de la Biajaiba (Lutjanus synagris, Linnaeus 1758) en la Plataforma Suroccidental de Cuba. Rev. Cub. Invest. Pesq. 3(3):51-82.

- Damas, T., Millares, N, Y Borrero, M. (1978). Desarrollo Embrionario y Prelarval de la Biajaiba (Lutjanus synagris, Linnaeus 1758). Rev. Cub. Invest. Pesq. 3(3):1-28.
- _____, T. et al. (1979). Fecundidad en la Biajaiba (Lutjanus synagris, Linnaeus 1758). Rev. Cub. Invest. Pesq. 4(3):19-30.
- De León, M.E. (1980). Pesquería de Arrastre. Rev. Cub. Invest. Pesq. 5(2):21-38.
- Doi, T. (1974). Análisis Matemático de Poblaciones Pesqueras. Inst. Nal. Pesca, México.
- Druzhinin, A.D. (1970). The Range and Biology of Snappers (Fam. Lutjanidae). J. Ichthyol. 10(6):717-736.
- Erhardt, M. (1977). Contribution to the Biology of Lutjanus synagris (Linnaeus, 1758) on the Colombian Atlantic Coast. Zool. Beitr. 23(2):235-265.
- FAO (1982). Métodos de Recolección y Análisis de Datos de Talla y Edad para la Evaluación de Poblaciones de Peces. FAO, Circ. Pesca. (736):101 p.
- Fhistrad, J.H. (1980). Comparative Allometric Growth of the Digentic Trematode Metadena globosa (Hinton, 1918) in Three Species of Caribbean Fishes. J. Parasito. 66(4):642-644.
- Gómez Larrañeta, M. (1980). Dinámica de Poblaciones de Recursos Pesqueros. Centro de Cien. del Mar y Limnol. UNAM.
- Gulland, J.A. (1971). Manual de Métodos para la Evaluación de las Poblaciones de Peces. Ed. Acribia, Zaragoza, España.
- Harding, J.P. (1949). The Use of Probability Paper for the Graphical Analysis of the Polimodal Frequency Distributions. Jour. Mar. Biol. Assoc. U.K. 28 p.

- Manooch III, C. (1976). Age, Growth and Mortality of the White Grount Haemulon plumieri LACEPEDE (Pisces: Pomadasydae), from North Carolina and South Carolina. Sout. Assoc. Game and Fish Comm.
- Mendoza, A. (1966). Técnicas de Determinación de Edades de Peces en Vérttebras, Escamas y Otolitos. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesq. Serie T Divulgación Vol. XI (107).
- Menon, M.D. (1950). The Determination of Age and Growth of Fishes of Tropical and Sub-tropical Waters. J. Bombay Natural Hist. Society. Vol. 51.
- Mobrega Meneses. H.M. (1976). Composition of Some Marine Fishes of the Northeastern Part of Brazil. Cien. Mar. Univ. Fed. Ceara. 16,17-23-26.
- Munro, J.L. y Thompson, R. (1974). The Biology, Ecology, and Bionomics of Caribbean Reef Fishes: Lutjanidae (Snappers). Research Report Zoology Department, University of the West Indies, N° 3, Jamaica.
- Nelson, J.S. (1976). Fishes of the World. Ed. Jhon Wiley and Sons, New York, U.S.A.
- Olaechea, J.A. y Cruz, I.R. (1976). Control de Pesquerías de Biajaiba en la Plataforma Suroccidental de Cuba. Rev. Invest. I.N.P. 2(1):3-32.
- Pauly, D. (1983), A Selection of Simple Methods for the Assessment of Tropical Fishes Stocks. FAO, Circ. Fish. (729):56p.
- Pitcher, T y Hart, P. (1982). Fisheries Ecology. Ed. American, London.
- Randall, J.E. (1967). Foods Habits of Reef Fishes of the West Indies. In. Proceedings of the International Conference on Tropical Oceanography. University of Miami. Nov. 17-24.

- Reshetnikov, Y.S. y Claro, R.M. (1976). Cycles of Biological Process in Tropical Fishes with Reference to Lutjanus synagris. J. Ichthyol. 16(5):711-723.
- Ricker, W.E. (1975). Computation and Interpretation of Biological Statics of Fish Population. Bull. Fish. Res. Board. Can. 191:149-172.
- Roe, R.B. (1976). Distribution of Snappers and Groupers in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea as Determinated from Exploratory Fishing Data. In Colloquium on Snapper-Grouper Fisheries Resources of the Western Central Atlantic Ocean (H.R. Bullis Jr. and A.C. Jones editores). G. St. Mar. Fish. Comm. New Orleans, Louisiana, U.S.A.
- Ross, J.L. y Huntsman, G.R. (1982). Age, Growth and Mortality of Blue-line Tilefish from North Carolina and South Carolina. Trans. Amer. Fish. Soc. 111:585-592.
- Ruíz Durá, M.F. (1976). Líneas de Crecimiento en Escamas de Algunos Peces de México. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesq. Serie de Investigación Pesquera, Est. 2.
- Schaefer, M.B. (1954). Fisheries Dynamics and the Concept of Maximum Equilibrium Catch. Proc. G.C.F.I. 16th Ann. Sess. Miami, Fla., U.S.A. 53-64.
- Sierra, L.M. y Claro, R.M. (1979). Variación Estacional de la Velocidad de Digestión de dos Especies de Peces Lutjanidos, la Biajaiba (Lutjanus synagris) y el Caballerote (Lutjanus griseus). Acad. Cienc. Cub.
- Tesch, F.W. (1971). Age and Growth. In Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Water. (W.C. Ricker editor). Handboock 3, 2a. ed., Blackwell Scient. Pubs.

Van Oosten, J. (1946). The Skin and Scales. In The Physiology of the Fishes. Brown E, Margaret, Ed. Academic Press, N.Y. 1:207-244.

Weatherley, A. y Rogers, R. (1978). Ecology of Freshwater Fish Production. Blackwell Scient. Pubs.