



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

IZTACALA - U. N. A. M.

CARRERA DE BIOLOGÍA

" CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA PESQUERIA
DEL PARGO; PARGO CRIOLLO (Lutjanus analis
Cuvier) Y PARGO MULATO (Lutjanus griseus
Linnaeus) EN EL LITORAL DEL ESTADO DE
YUCATAN, MEXICO "

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 N

LILIA ANA ALFARO GUEVARA

MANUEL LOPEZ YAÑEZ



México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

AGRADECEMOS AL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL (CINVESTAV) UNIDAD MERIDA Y EN ESPECIAL AL AREA DE RECURSOS DEL MAR POR TODAS LAS FACILIDADES BRINDADAS PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

AL BIOLOGO JULIO A. SANCHEZ CHAVEZ POR SU PACIENTE ASESORIA Y POR SU INVALUABLE AMISTAD.

AL M. EN C. FRANCISCO ARREGUIN SANCHEZ POR SUS VALIOSOS CONSEJOS Y RECOMENDACIONES.

A LA DIRECCION GENERAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DEL MAR Y EN ESPECIAL AL CAPITAN OCTAVIO A. DIAZ GONZALEZ POR EL APOYO E IMPULSO BRINDADOS.

Y A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA MANERA CONTRIBUYERON A LA CULMINACION DEL PRESENTE TRABAJO.

A NUESTROS PADRES POR
HABERNOS GUIADO A LO
LARGO DEL CAMINO CON
SU EJEMPLO Y SU AMOR...

A NUESTROS HERMANOS EN
LOS QUE SIEMPRE HEMOS
ENCONTRADO EL APOYO Y
LA CONFIANZA PARA
SEGUIR ADELANTE ...

I N D I C E .

I INTRODUCCION

II ANTECEDENTES

III CARACTERIZACION DE LAS ESPECIES

IV OBJETIVOS

V AREA DE ESTUDIO

VI METODOLOGIA

VI.1 CRECIMIENTO

VI.2 MORTALIDAD

VI.3 TASA DE EXPLOTACION Y TAMAÑO DE LA POBLACION

VI.4 RENDIMIENTO

VII RESULTADOS

VIII DISCUSION

IX CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

X LITERATURA CITADA

INTRODUCCION.

Dentro de la gran variedad de recursos naturales con que cuenta México, se encuentran los recursos pesqueros. La actividad pesquera adquiere un carácter prioritario dentro del contexto nacional, debido a su importancia para generar alimentos de alto contenido proteínico, básicos para la dieta popular, por su contribución al incremento del empleo productivo principalmente en las zonas rurales y su influencia en la mejoría de los niveles de vida de una gran parte de la población especialmente del sector social cooperativo y de los campesinos ribereños.

En la etapa actual en que vivimos y tomándose en cuenta las necesidades alimentarias del país, existe la imperiosa necesidad de realizar investigaciones que nos permitan evaluar y conocer nuestros recursos pesqueros, de tal forma que podamos adecuar las pesquerías existentes para que su explotación sea racional y permita un rendimiento óptimo continuo.

Es bien conocido que nuestros litorales son ricos y variados en especies comerciales, las cuales se encuentran distribuidas a lo largo del Golfo de México y Océano Pacífico. Dentro de la zona del Golfo de México las pesquerías que se realizan en la Península de Yucatán son de las más importantes.

El estado de Yucatán ocupa la parte norte de la península del mismo nombre. El área de pesca de los barcos que descargan en el puerto de Yucalpetén, corresponde a la plataforma continental. Las principales especies que se capturan son el camarón, pulpo, mero, pargo, huachinango, y algunos otros menos importantes.

Las especies del género Lutjanus (familia Lutjanidae), son especialmente notables por su abundancia dentro de la ictiofauna y por su elevada importancia económica (Vergara,1980), por lo que resulta indispensable la realización de estudios que permitan la adecuada explotación de este recurso.

Dentro de las especies con mayor importancia comercial del género Lutjanus encontramos a Lutjanus campechanus (huachinango), Lutjanus analis (pargo criollo), Lutjanus griseus (pargo mulato) y Lutjanus synagris (rubia), los cuales son extraídos mediante pesca de arrastre, línea o palangre.

ANTECEDENTES.

Uno de los primeros trabajos sobre los lutjánidos corresponde a Crocker (1962) que determinó la edad en el pargo mulato en las costas de Florida. Sin duda uno de los trabajos más completos sobre lutjánidos es el presentado por Starck y Schroeder (1971) que estudiaron gran parte de la biología de L. griseus en Florida. En 1975 Bashirullah realizó un estudio sobre aspectos de la biología de L. griseus en la Isla de Cubagua en Venezuela y en 1977 Claro y Bustamante trabajaron sobre edad y crecimiento en pargo mulato en la Plataforma Cubana. Tiempo después, Pozo en 1979 trabajó sobre edad y crecimiento en Lutjanus analis en la Plataforma Cubana, y en 1980 Vergara edita un estudio sobre las consideraciones filogenéticas de las especies cubanas del género Lutjanus. En 1981 Claro habla de la

ecología y ciclo de vida de L. analis en la Plataforma Cubana, y en 1983, el mismo autor trabaja con L. griseus en aspectos de su ecología y ciclo de vida. Finalmente, el trabajo más reciente es el de Mason y Manooch (1985), que habla acerca de edad y crecimiento de L. analis a lo largo de la costa este de Florida.

En la Figura 1a. y 1b. se representa un esquema de las especies.

CARACTERIZACION DE LAS ESPECIES.

La posición taxonómica de las dos especies a estudiar en el presente trabajo es la siguiente (Guitart, 1977):

- Phyllum : Chordata
- Clase : Osteichthyes
- Orden : Perciformes
- Suborden : Percoidei
- Familia : Lutjanidae
- Género : Lutjanus
- Especies : L. analis (Cuvier, 1828)
L. griseus (Linnaeus, 1758)

Las características taxonómicas y morfológicas de la familia Lutjanidae fueron descritas por Jordan y Everman (1898), (Munro, 1983).

Los ejemplares de la familia Lutjanidae son típicamente tropicales con una amplia distribución mundial que coincide con

el rango de distribución de los arrecifes coralinos (Druzhinin, 1970, en Munro, op.cit.). En el Atlántico Oriental el rango de distribución geográfica de los lutjánidos se extiende al norte hacia Massachussets y al sur hasta Brasil, incluyendo a Bermudas, y las Islas del Caribe (Bohlke y Chaplin, 1968; Randall, 1968; Rivas, 1970; mencionados por Munro op. cit.).

Los hábitats de los lutjánidos van desde pastizales marinos cercanos a la costa, áreas de manglar, estuarios y lagunas, hasta los arrecifes lejanos de la costa. Se caracterizan por ser heterosexuales y parece ser que la mayoría son carnívoros especializados por las características de su dentición (Starck, 1971).

El pargo criollo, Lutjanus analis, habita a lo largo de la costa Atlántica del Continente Americano, desde el Golfo de Maine, E.E.U.U., hasta Cabo Bronco y la Isla de San Sebastián, Brasil, incluyendo el Golfo de México. La distribución de esta especie está relacionada con las zonas de plataforma con ceibadales, arrecifes coralinos y fondos rocosos, pero varios ejemplares han sido capturados en zonas de pendiente lodosa. Los juveniles pequeños (de 6 a 15 cm.) se han encontrado en aguas tranquilas y poco profundas (0.5 a 2 m). Los ejemplares de mediano tamaño (de 18 a 40 cm) se alejan de la costa a profundidades desde 3 a 10 m. aproximadamente, mientras que los grandes habitan en aguas más profundas hasta de 25 m o más y se mueven hacia aguas someras en busca de alimento. No forman agrupaciones notables, con excepción del periodo antes del

desove (Claro, 1981).

En esta especie, hembras y machos, presentan gónadas pares, ambas de forma y tamaño semejante. La fecundidad de los ejemplares que han sido estudiados oscila entre 0.7 y 4 millones de óvulos dependiendo del tamaño, edad y peso de los individuos. La mayoría de los ejemplares alcanza la madurez sexual a partir del cuarto año de vida, aunque los machos maduran antes que las hembras (Pozo, 1979).

En cuanto a su nutrición, los estudios de varios autores (Longley y Hildebrand, 1941; Randall 1967, en Munro, 1983) han demostrado que se alimentan de peces pequeños, cangrejos, camarones y moluscos.

Los caracteres principales utilizados en la clasificación taxonómica de esta especie son los siguientes: aleta anal de contorno angular con los radios centrales mucho mayores que los laterales y de longitud por lo menos igual a un medio de la cabeza; dientes vomerianos dispuestos en un parche en forma de U invertida, sin extensión media posterior. Color verde oliváceo en el dorso, rosado en los costados y el vientre; aletas rojizas; iris rojo intenso; y mancha lateral negruzca por debajo de la parte final de la aleta dorsal (Guitart, 1977).

En referencia al pargo mulato, Lutjanus griseus, habita en la zona tropical y subtropical de ambas costas del Océano Atlántico. Es abundante en la Florida, Bermudas y especialmente en las Antillas, se encuentra a lo largo de la costa del Golfo de México y el Mar Caribe y hacia el sur hasta Sao Paulo, Brasil.

En términos generales puede considerarse como una especie eurihalina que habita en casi todos los biotopos marinos existentes en la zona costera tropical y subtropical, aunque parece ser más abundante en arrecifes coralinos y manglares. Se ha reportado que habita en aguas con temperatura de 11 a 27.8 C, y a profundidades que van desde unos pocos centímetros hasta los 125 m. (Starck, 1971).

Lutjanus griseus se distingue por no presentar dimorfismo sexual, siendo sus gónadas pares de igual forma y tamaño. Se ha encontrado que en las costas cubanas alcanza su madurez entre los 18 y 23 cm. de longitud furcal (LF) (Claro, 1983), mientras que en las costas de Florida se reporta que alcanza su madurez después de los 20 cm. de LF, encontrándose que el desove ocurre en los meses de julio y agosto, siendo evidente la concentración de ejemplares antes del desove lo cual determina un incremento en la captura en esos meses (Claro, op. cit.; Starck, 1971; Bashirullah, 1975).

En cuanto a su nutrición se alimenta principalmente de peces y crustáceos, aunque también se han encontrado moluscos en su contenido estomacal, siendo una especie de hábitos alimenticios predominantemente nocturnos (Bashirullah, 1975).

Las características que se utilizan para la clasificación taxonómica de L. griseus son las siguientes: cuerpo alargado, poco alto, más o menos tres veces en la longitud estándar; ojo moderado, 4.6 veces en la longitud de la cabeza; dientes vomerinos en un parche con forma de ancla o flecha; caninos de la

mandíbula superior bien desarrollados, los de la inferior poco notables; aleta anal con el extremo posterior redondeado; aletas pectorales relativamente cortas, de 3.7 a 4.2 veces en la longitud estándar. Color grisáceo con tintes rojizos especialmente en la región anterior y en la abdominal (Guitart, 1977).

OBJETIVOS.

El objetivo general del presente trabajo es contribuir al conocimiento de la pesquería del pargo (Lutjanus analis y Lutjanus griseus) en el litoral del estado de Yucatán, México, a fin de aportar información biológica sobre estas especies y contribuir de esta forma a sentar las bases para una adecuada explotación de este recurso.

Como objetivos particulares se tienen :

Determinación de los parámetros de crecimiento del pargo criollo y pargo mulato.

Determinación de la mortalidad total , la mortalidad natural, la mortalidad por pesca , la tasa de explotación, la razón de pesca y el tamaño de la población.

AREA DE ESTUDIO.

El estado de Yucatán se encuentra situado al sureste de los

Estados Unidos Mexicanos y al norte de la Península del mismo nombre. Limita al norte con el Golfo de México, al este y sureste con el estado de Quintana Roo y al suroeste con el estado de Campeche. Se localiza entre el paralelo 19 29' y 21 37' de latitud norte y los meridianos 87 32' y 90 25' de longitud oeste, hallándose dentro de la zona tropical. Abarca una superficie de 43,379 kms., que representan el 2.21% de todo el país, ocupando el vigésimo lugar entre los estados que constituyen la República Mexicana, en lo que a extensión se refiere. A su vez Yucatán cuenta con 360 km. de costa lo cual representa el 3.8% del litoral nacional.

La actividad pesquera es uno de los sostenes económicos mayores del estado, se basa en especies como mero, huachinango, pulpo, rubia, mojarra, pargo, corvina, sierra, tiburón, langosta y camarón. Se cuenta con cinco puertos de abrigo pesquero y seis atracaderos; de los primeros, el más relevante es el de Yucalpetén, Progreso, con 1653 m. de atraque y 2.7 m. de calado; otros puertos importantes son el de Progreso, Celestun, Dzilam de Bravo, Telchac Puerto y Río Lagartos (Figura 2).

El área de pesca de los barcos que descargan en el Puerto de Yucalpetén corresponde a la plataforma continental que se extiende al norte de la península formando bajos de 5 a 10 km. de ancho.

METODOLOGIA.

Los muestreos en el presente trabajo se llevaron a cabo en el Puerto de Abrigo de Yucalpetén y en el Puerto de Progreso, por ser los más importantes en el estado.

Como paso inicial se procedió a la identificación taxonómica de las especies que componen el volúmen de captura de pargo, basándose en las claves de Guitart (1977).

Se llevaron a cabo muestreos masivos de ambas especies durante un año iniciándose en julio de 1984, siendo los meses de agosto y diciembre los de mayor abundancia de ejemplares (Figura 3). Dichos muestreos se realizaron en la Planta de Productos Pesqueros Mexicanos en el Puerto de Yucalpetén y en las congeladoras de Progreso, consistiendo principalmente en la obtención de datos de los ejemplares por especie en base al siguiente procedimiento:

- Medición de la longitud furcal (cm.), con un ictiómetro con una precisión de 0.5 cm.
- Obtención del peso individual de los ejemplares eviscerados, utilizando una balanza con una precisión de 5 grs.
- Obtención y conservación de escamas, extrayendo de 6 a 10 de la zona superior de la aleta pectoral (FAO, 1982), (Figura 4).
- Recopilación de datos de captura de pargo (Figura 5).

CRECIMIENTO.

Los métodos corrientes para determinar la edad de los peces pueden dividirse en directos e indirectos; el método directo se basa en la interpretación de anillos de crecimiento en las escamas o alguna otra estructura dura de los peces, que corresponden a periodos de crecimiento retardado y acelerado a lo largo del año. Los métodos indirectos se basan en los datos de frecuencia de talla, siendo los más comunes los métodos de Petersen y Cassie (FAO, 1982), que son utilizados cuando se ha obtenido un gran número de datos de frecuencia por clases de longitud de un recurso dado (Pauly, 1983).

Con el fin de establecer la clave edad longitud y debido a las características de la muestra, se procedió a la determinación de la edad utilizando el método de observación directa de marcas de crecimiento en escamas, empleando para la lectura de anillos un microproyector marca Ken-A-Vision, para lo cual se utilizaron las escamas de 129 ejemplares de Lutjanus analis y 261 ejemplares de Lutjanus griseus.

El criterio utilizado para definir los anillos de crecimiento fue el propuesto por Starck (1971) quien establece que los anillos de crecimiento se observan sombreados y concéntricos al foco en todos los casos, mientras que los circulis frecuentemente están rotos presentando irregularidades significativas.

Una vez identificados los anillos se midió la distancia del

foco a cada marca anual (S_n), y del foco al margen (S) con una reglilla milimétrica al milímetro más cercano. Los datos obtenidos se convirtieron a su longitud real con el fin de realizar el análisis de retrocálculo, el cual permite calcular el crecimiento de los peces en años anteriores y ampliar así la cantidad de información. Se efectuó una regresión lineal de la relación longitud furcal (LF) y radio de la escama (S), donde se obtuvo el factor de corrección de Lee (ordenada al origen), que corresponde a la longitud del pez en el momento en el cual la escama se empieza a depositar. Una vez obtenido el factor de corrección se empleó la fórmula propuesta por Lea 1910 y corregida por Lee 1920 (en Bagenal, 1968) que se expresa:

$$L_n - a = S_n / S (LF - a)$$

L_n = Longitud del pez a la formación del anillo "n".

LF = Longitud furcal actual del pez.

S_n = Distancia del foco al anillo "n".

S = Radio total de la escama.

a = Factor de corrección de Lee.

Una vez identificadas las clases de edad, se procedió a estimar los parámetros de crecimiento utilizando el modelo propuesto por Von Bertalanffy que se ajusta a la mayoría de los datos observados de crecimiento de peces y puede incorporarse

fácilmente a modelos para evaluación de poblaciones (Gulland, 1971), y que se expresa:

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

L_t = Longitud al tiempo "t".

k = tasa de crecimiento individual.

t_0 = tiempo en que la longitud es cero.

L_{∞} = Longitud máxima promedio.

Para la obtención de los valores de L_{∞} se aplicó el método de Ford-Waldford (Gulland, op. cit.), que se basa en la relación lineal entre la longitud al tiempo "t" (L_t) con respecto a la longitud al tiempo "t + 1" (L_{t+1}), la pendiente de la recta ajustada es e^{-k} , y la intersección con la bisectriz (donde L_{t+1} es igual a L_t) será una estimación de L_{∞} .

Los parámetros k y t_0 se calcularon a partir de la expresión linealizada de la ecuación de Von Bertalanffy:

$$\ln(L_{\infty} - L_t / L_{\infty}) = k t_0 - k t$$

siendo la pendiente de esta relación la tasa de crecimiento "k" y la ordenada al origen $k t_0$, de donde se deduce que $a = k t_0$, siendo $t_0 = a / k$.

Para la obtención del modelo de crecimiento individual en peso, se llevó a cabo la determinación de la relación peso-

longitud, para lo cual se emplearon los datos de 408 ejemplares de L. analis y 675 ejemplares de L. griseus, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$W = a L^b$$

siendo W y L el peso y longitud de cada organismo, 'a' el factor de condición o gordura (Nikolsky, 1963), y la 'b' la pendiente.

Se sabe que una pendiente con un valor de 3.0 nos indica un crecimiento de tipo isométrico en el organismo; en el presente estudio se realizará un análisis de varianza (Hoiguín, 1974) para comprobar desde el punto de vista estadístico, si el valor hallado para las pendientes es realmente distinto de 3.0.

Los datos obtenidos de la relación anterior se emplearon para la obtención del peso máximo promedio, sustituyendo la longitud máxima promedio obtenida, con lo cual se puede expresar la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy en términos de peso:

$$W_t = W_{\infty} \left(1 - e^{-K (t - t_0)} \right)^b$$

W_t = Peso al tiempo 't'.

W_{∞} = Peso máximo promedio.

K = Tasa de crecimiento individual.

t_0 = Tiempo en que la longitud es cero.

b = Pendiente de la relación peso-longitud.

La edad de máxima longevidad se calcula en base a la expresión $3 / K + t_0$, ya que ha sido demostrado por varios autores que el valor del parámetro K se encuentra estrechamente vinculado con la longitud del pez, puesto que se ha observado que los peces más viejos de un recurso crecen hasta alcanzar un 95% de su longitud asintótica (Taylor, 1962; Beverton, 1963; en Pauly, 1983). La edad máxima alcanzada en la población actual se obtuvo de los ejemplares de mayor talla observados en la muestra original mediante la lectura de marcas de crecimiento en escamas.

Con la clave edad-longitud fue posible determinar la estructura por edades de la muestra original, conociendo así el número de individuos que correspondían a cada clase de edad. En base a dicha estructura se determinó la edad de reclutamiento, considerándose como aquella edad en la que se encuentra aproximadamente el 50% de los individuos presentes en la muestra (Arreguín-Sánchez, 1981).

MORTALIDAD.

La mortalidad total es un parámetro de importancia en la dinámica de poblaciones. Las principales causas de mortandad en una población explotable están dadas por la pesca y por causas naturales, lo cual se representa en la siguiente ecuación (Doi, 1975):

$$Z = M + F$$

Z = Mortalidad total.

M = Mortalidad natural.

F = Mortalidad por pesca

Una vez establecida la estructura por edades se procedió a la estimación de la mortalidad total realizando una regresión de tipo exponencial del decremento en número de individuos con respecto al tiempo, en base a la siguiente ecuación:

$$N_t = N_0 e^{-zt}$$

N_t = Número de individuos al tiempo 't'.

N_0 = Número inicial de individuos.

t = Tiempo.

z = Coeficiente o tasa instantánea de mortalidad total.

Una vez determinada la tasa de mortalidad total, se puede estimar la supervivencia (S), considerando que $S = e^{-z}$ (Doi, op. cit.).

Para la estimación de la mortalidad natural se utilizó el método de la población virgen (Arreguín - Chávez, en prensa), debido a que no se contaron con datos de captura y esfuerzo para tratar de aplicar otro método como el de Palohemo.

En una población explotada, la ecuación de la mortalidad puede ser resuelta en términos de z , para obtener:

$$z = (\text{Ln} (N_t / N_0)) / t$$

Si el tiempo es medido desde la edad de reclutamiento, la expresión se convierte en:

$$z = (\text{Ln} (N_{tm} / N_{tr})) / (t_m - t_r)$$

t_m = Edad máxima alcanzada en la población actual.

t_r = Edad de reclutamiento.

N_{tm} = Número de individuos en la edad máxima.

N_{tr} = Número de individuos en la edad de reclutamiento.

En el caso de la población virgen, cuando toda la mortalidad se debe únicamente a causas naturales, algunos organismos alcanzan la edad de máxima longevidad (t_{∞}) la cual se encuentra genéticamente determinada. Entonces, la mortalidad natural desde t_r hasta t_{∞} puede ser expresada así:

$$M = (\text{Ln} N_t / N_{tr}) / (t_{\infty} - t_r)$$

Así es posible determinar la mortalidad natural para la población actual suponiendo que el número de reclutas es el mismo en la población actual explotada que en la población virgen y que

el número de organismos en la edad máxima alcanzada en la población explotada es el mismo que en la edad de máxima longevidad de la población virgen (Arreguín-Chávez, op. cit.).

Si se considera la mortalidad natural como constante, la mortalidad por pesca puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$F = Z - M$$

TASA DE EXPLOTACION Y TAMAÑO DE LA POBLACION.

Conocidos los parámetros de mortalidad se procedió al cálculo de la tasa de explotación (E) (Doi, 1975), siendo éste un parámetro importante para el cálculo posterior del tamaño de la población:

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

La razón de pesca (E'), se obtiene en base a la ecuación propuesta por Ricker (1975), la cual nos permite una determinación aproximada de si el recurso es objeto de sobrepesca o no:

$$E' = \frac{F}{M + F}$$

Para la estimación del tamaño de la población en términos de biomasa y número de individuos se utilizó la siguiente expresión (Doi, 1975):

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

P = Tamaño de la población.

Y = Captura en términos de biomasa o número de individuos

E = Tasa de explotación.

Se utilizó la información de captura del pargo correspondiente al año de 1984, obtenida de la Delegación Regional de Pesca. Se calculó la proporción correspondiente de pargo mulato y pargo criollo conforme a la proporcionalidad observada durante el año de muestreo.

RENDIMIENTO.

Con el fin de estimar el rendimiento óptimo de la población se utilizó el modelo dinámico o integral de Beverton y Holt (Doi, op. cit.; Ricker, 1975), que emplea como constantes los parámetros de crecimiento, la mortalidad natural y la edad máxima de la pesquería, y como variables la mortalidad por pesca y la edad de reclutamiento, el cual nos da un índice en términos de biomasa del rendimiento por recluta.

La expresión original del modelo está descrita por la ecuación siguiente:

$$Y = \int_{t = t_r}^{t = t_{\alpha}} F_t N_t W_t dt$$

cuya expresión desarrollada es la siguiente:

$$Y/R = F W_{\alpha} e^{-M(t_r - t_c)} \sum_{n=0}^{n=3} \frac{e^{-nk(t_r - t_0)}}{M + F + nk} (1 - e^{-(M+F+nk)(t_{\alpha} - t_r)})$$

donde:

Y/R = Rendimiento por recluta en términos de biomasa.

F = Coeficiente de mortalidad por pesca.

W = Peso máximo promedio.

M = Coeficiente de mortalidad natural constante para todas las edades.

t_r = Edad de reclutamiento de la población actual.

t_c = Edad de primera captura (representada por los organismos de menor edad que aparecen en la muestra de manera representativa).

t₀ = Parámetro de ajuste que representa la edad hipotética a la cual la longitud es cero.

t_α = Edad máxima de la pesquería.

k = Tasa de crecimiento individual.

n = Los exponentes del polinomio que toman valores de :

$$n = (0, 1, 2, 3).$$

Un = Los coeficientes del polinomio que toman valores de:

$$Un = (1, -3, 3, -1)$$

Para calcular el rendimiento total de la población en términos de biomasa es necesario conocer el número de reclutas, lo cual se logra conociendo el porcentaje de individuos en la edad de reclutamiento en la muestra y extrapolando este porcentaje al número de individuos de la población.

RESULTADOS.

La obtención de las edades y sus longitudes medias correspondientes mediante la lectura de anillos de crecimiento en escamas, no presentó problemas para ninguna de las dos especies en estudio, encontrándose aproximadamente un 23% de las escamas regeneradas o deformes, principalmente en los organismos de mayor talla.

No fué posible corroborar las lecturas con otra estructura dura como el otolito debido a que estos organismos se procesan o se venden rápidamente en los centros de recepción en donde se realizaron los muestreos, además de la escasez de individuos de ambas especies que se detectó en la temporada de pesca 84-85; esta última razón también impidió la utilización de algún método indirecto para la determinación de edades puesto que no se contó

con datos suficientes para este tipo de estimación.

El resultado de la regresión lineal entre la longitud furcal del pez (LF) y el radio de la escama (S) para cada una de las especies fué el siguiente:

$$\text{Pargo criollo : LF} = 65.9751 \text{ S} - 2.6286 \quad r^2 = 0.9215$$

$$\text{Pargo mulato : LF} = 37.8725 \text{ S} + 3.5293 \quad r^2 = 0.8037$$

La representación gráfica de ambas expresiones se observa en las Figuras 6 y 7.

Se establecieron nueve clases de edad para L. analis y once clases de edad para L. griseus (Tabla 1 y 2). Para la obtención de los parámetros de crecimiento se utilizaron las longitudes medias correspondientes a las clases de edad de la I a la IX en pargo criollo y de la I a la VII en pargo mulato, ya que fué en estas edades en las que se obtuvo una mejor representatividad como resultado del análisis de retrocálculo.

Al aplicar el método de Ford-Waldford se obtuvo una L_{∞} de 86.3491 cm. para pargo criollo y de 57.5782 cm. para pargo mulato. La expresión gráfica se representa en las Figuras 8 y 9.

Los parámetros de crecimiento estimados para ambas especies se representan en la Tabla 3, siendo la expresión del modelo en longitud la siguiente:

$$\text{Pargo criollo: } Lt = 86.3491 (1 - e^{-0.1491 (t + 0.7116)})$$

$$r^2 = 0.9996$$

$$\text{Pargo mulato : } Lt = 57.5782 (1 - e^{-0.1099 (t + 0.6902)})$$

$$r^2 = 0.9995$$

A partir de la relación peso-longitud, se obtuvo para L. analis un factor de condición de 0.0243 y una pendiente de 2.8923 y para L. griseus un factor de 0.0269 y una pendiente de 2.8530 (Figuras 10 y 11). La expresión matemática de la relación para ambas especies es la siguiente:

$$\text{Pargo criollo : } W = 0.0243 L^{2.8923} \quad r^2 = 0.9946$$

$$\text{Pargo mulato : } W = 0.0269 L^{2.8530} \quad r^2 = 0.9906$$

Los resultados de la prueba del estadístico F fueron los siguientes:

Pargo criollo : F calculada = 0.92375

F tablas (1, 24) con un 99% de confiabilidad = 7.82

Pargo mulato : F calculada = 1.187

F tablas (1, 20) con un 99% de confiabilidad = 8.10

En ambos casos la F de tablas fue mucho mayor que la F calculada, por lo que se concluye que estos organismos presentan un crecimiento isométrico.

El peso máximo se obtuvo mediante la sustitución de la longitud máxima en la relación peso-longitud, y con esta información se estableció el modelo de crecimiento en peso como sigue:

$$\text{Pargo criollo : } W_t = 9682.3374 \left(1 - e^{-0.1491(t + 0.7116)} \right)^{2.8923}$$

$$\text{Pargo mulato : } W_t = 2830.3359 \left(1 - e^{-0.1099(t + 0.6902)} \right)^{2.8530}$$

Los datos de los valores calculados en peso y longitud mediante los modelos de crecimiento se encuentran en las Tablas 4 y 5 y su representación gráfica se puede apreciar en las Figuras 12 y 13.

La edad de longevidad máxima obtenida de acuerdo con los criterios establecidos por Pauly (1983) fue de 21 años para L. analis y de 27 años para L. griseus. La edad máxima alcanzada en la población actual obtenida de los ejemplares de mayor talla observados en la muestra original fue de 9 años para L. analis y de 11 años para L. griseus.

Utilizando los ejemplares obtenidos en el muestreo para lectura de anillos de crecimiento en escamas, se estableció la estructura por edades de la muestra, la cual vendría a representar la estructura de la población explotable (Tablas 6 y

7). A partir de dicha estructura se obtuvo inicialmente la edad de reclutamiento, siendo la estimación de 4 años tanto para pargo criollo como para pargo mulato (Figura 14 y 15).

A continuación se estimaron los parámetros de mortalidad total y supervivencia, siendo para L. analis la $z = 0.5406$ y la $S = 0.5824$ y para L. griseus la $z = 0.4263$ y la $S = 0.6529$ (Figuras 16 y 17). Del análisis de poblaciones vírgenes se estimaron los parámetros de mortalidad natural, mortalidad por pesca, tasa de explotación y razón de pesca, obteniéndose los siguientes valores para cada especie:

Pargo criollo : $M = 0.1872$
 $F = 0.3533$
 $E = 0.2729$
 $E' = 0.6536$

Pargo mulato : $M = 0.1359$
 $F = 0.2904$
 $E = 0.2365$
 $E' = 0.6813$

La razón de pesca nos indica el porcentaje de la mortalidad total que corresponde a la mortalidad por pesca que en ambos casos excede al 50%.

De la captura de pargo correspondiente a 1984 que fué de 44,441 kg. un 60% correspondió a pargo criollo y un 40% a pargo

mulato, en base esto se estimó la magnitud de la captura expresada en peso y número de individuos, así mismo el tamaño de la población en peso y número de individuos para ambas especies (Tabla 8).

De los resultados obtenidos del modelo de rendimiento de Beverton y Holt, el rendimiento máximo sostenible para Lutjanus analis corresponde a los 1,100 grs./recluta, con una mortalidad por pesca (F) de 0.65 y una edad de reclutamiento (tr) de 5. En las condiciones actuales se tiene una F de 0.35 y una edad de reclutamiento de 4, para lo cual de acuerdo al modelo le corresponde un rendimiento de 950 grs./recluta (Figura 18).

Para Lutjanus griseus el rendimiento máximo sostenible se localiza en 400 grs./recluta, con una mortalidad por pesca de 0.95 y una edad de reclutamiento de 8. Actualmente se tiene una F de 0.29 y una edad de reclutamiento de 4, a lo cual le corresponde un rendimiento de 300 grs./recluta aproximadamente (Figura 19).

El número de reclutas en la población de L. analis es de 20,672, lo cual multiplicado por el rendimiento por recluta nos da un rendimiento total de 22,739.2 kg. En la población de L. griseus el número de reclutas es de 55,267, lo cual nos da un rendimiento total de 22,106.8 kg.

DISCUSION.

Varios han sido los estudios sobre la biología de L. analis y L. griseus en Florida, Cuba y Venezuela lo que ha creado una serie de información que nos permite comparar algunos aspectos. En el litoral Yucateco este tipo de investigaciones están en su fase preliminar, con el fin de ir proporcionando información útil para trabajos posteriores sobre estas especies.

La pesquería de pargos en el estado de Yucatán ha manifestado una tendencia irregular en los últimos años; en 1976 se obtuvo una captura de 109 toneladas, presentando una baja considerable en los años subsiguientes (Figura 5), siendo 1979 el año con menor captura (13 ton.). En 1980 las capturas comienzan a ascender hasta el año de 1983 en el que se ubica la mayor captura con 275 toneladas; para 1984 las capturas se desploman hasta 44 ton. y según los datos obtenidos en la Oficina Regional de Pesca la captura de enero a octubre de 1985 es de 55 ton. Es probable que el recurso en un momento haya sido objeto de sobrepesca lo que provocó una disminución notable en su captura, aunque también existe la posibilidad de que la intensidad de pesca sobre el pargo haya disminuido en los últimos años pues las pesquerías se han ido enfocando hacia especies de mayor importancia comercial.

En la Figura 3 se observa que en los meses de agosto y diciembre del periodo 1984-85 se obtuvieron las mayores capturas. Se sabe que estos organismos forman grupos de predesove en los meses de julio y agosto lo que los hace más vulnerables a la

pesca aumentando así el volúmen de captura, sin embargo no hay información acerca de agrupamientos en el mes de diciembre.

Ahora, con respecto a la lectura de anillos de crecimiento en escamas, se considera que estas estructuras son adecuadas para este tipo de estudio ya que los anillos se pueden contar y medir con facilidad además de ser estructuras óseas de fácil extracción y conservación. El análisis de retrocálculo fue de gran ayuda para la determinación de las clases de edad ya que debido a la escasez de los ejemplares en estudio en los Centros de Recepción y a la selectividad del arte de pesca no se encontraban bien representadas las primeras clases de edad. Al no ser posible la validación de las marcas de crecimiento se tomó como referencia las efectuadas por Mason y Manooch (1985) para pargo criollo y Starck (1971) para pargo mulato, tomando en consideración que en ambas especies los anillos de crecimiento son anuales.

Con el fin de facilitar la comprensión del presente texto, el análisis de los parámetros poblacionales se hará por separado para cada una de las especies.

Los parámetros de crecimiento y las longitudes medias correspondientes a cada clase de edad para L. analis calculadas en el presente estudio son muy similares a aquellas reportadas por Mason y Manooch (1985) en las costas de Florida y por Claro (1981) en las costas de Cuba, los cuales trabajaron con otolitos, sin embargo difieren de aquellos reportados por Foze (1979) en las costas de Cuba que trabajó con el hueso urohial (Tablas 9 y 10), por lo que es muy probable que el hueso urohial no sea

una estructura adecuada para este tipo de estudio.

Los ejemplares de esta especie se caracterizan por ser peces que alcanzan tallas muy grandes, lo cual se refleja en el valor calculado para su L_{∞} , por lo que es de esperar que el valor de su tasa metabólica sea menor que el de otras especies de la familia Lutjanidae (L. synagris, L. purpureus, O. chrysurus, Munro, 1983). El crecimiento es relativamente rápido en los primeros 4 años con incrementos correspondientes en longitud de 9.2, 7.9, 6.8 y 6.7 cm. y disminuyendo notablemente de la edad 5 en adelante. Con respecto al incremento en peso, éste alcanza su máximo valor en la edad 5, siendo probablemente aquella que precede a la edad de madurez ya que en una población cuando los individuos que maduran sexualmente parte de la energía que se utiliza para incrementar su peso se canaliza hacia el proceso de reproducción (Mason y Manooch, 1985).

Con referencia a la relación peso-longitud el análisis de varianza nos afirma que el exponente obtenido de 2.8923 indica que estos ejemplares presentan un crecimiento de tipo isométrico, lo cual significa que a un aumento en longitud le corresponde un aumento cúbico proporcional en peso. En la Tabla 10 se puede observar que esto coincide a su vez con lo reportado para las costas de Florida y para las costas Cubanas, a excepción de lo citado por Pozo (1979), que al parecer trabajó con ejemplares muy pequeños que tan solo representaban la fase inicial del crecimiento.

La estructura por edades de la muestra se utiliza para el

cálculo de varios parámetros poblacionales y es así mismo factor vital en la dinámica de poblaciones ya que debe ser representativa de la estructura de la población en el mar. En base a esta estructura se estimó la edad 4 como la de reclutamiento y la edad máxima en la pesquería de 9 años, aunque ocasionalmente se observaron algunos ejemplares que rebasaban la longitud media calculada para esta edad. La estimación de la edad de longevidad ecológica de 21 años parece adecuada para una especie que en la actualidad alcanza tallas tan grandes.

El valor encontrado para la mortalidad total de $z = 0.5406$ es mayor que aquel registrado por Mason y Manooch (1985) en las costas de Florida (Tabla 10), siendo este el único punto de comparación disponible. Cabe mencionar que dependiendo de las condiciones de la población los parámetros de mortalidad cambian espacial y temporalmente de acuerdo con la influencia de ciertos factores intrínsecos o de autoconservación y de ciertos factores extrínsecos como sería el ambiente natural y la pesca (Doi, 1975). El dato calculado para la mortalidad por pesca excede a aquel estimado para la mortalidad natural, lo cual da lugar a que la razón de pesca (E') tenga un valor de 0.6536 y la tasa de explotación (E) de 0.2729. El valor de estos parámetros permite una estimación preliminar muy general acerca de si el recurso es objeto de sobrepesca o no, ya que suponiendo que el valor óptimo de E' es aproximadamente igual a 0.5, una estimación por encima de este valor podría indicar una tendencia de la pesquería hacia la sobreexplotación (Pauly, 1983, Gulland, 1971).

Como se analizó anteriormente, uno de los principales inconvenientes que presentan ambas especies para la estimación del tamaño de la población es el hecho de que los datos de captura se reportan juntos bajo el nombre de pargos, y en el presente estudio se tomó como base la proporción en peso de las dos especies observada durante el año de muestreo, la que se extrapoló al dato de captura de 1984, estimándose que un 60% de la captura pertenecía a pargo criollo y un 40% a pargo mulato. Se debe considerar que esta proporción no permanece constante a lo largo de todo el año, ya que esto fue evidente en los meses de muestreo. El tamaño de la población estimado en términos de biomasa para L. analis fue de aproximadamente 97 ton., y la captura en peso de estos ejemplares para 1984 representa un 27% de la población.

Cabe mencionar que en el trabajo realizado en las costas de Florida (Mason y Manooch, 1985) se reportan capturas para L. analis entre 19 y 23 ton. para los años comprendidos entre 1981 y 1984, en los estudios efectuados en Cuba en los años de 1981 y 1983 se reportan capturas que fluctúan por encima de las 100 ton. y en el presente trabajo en las costas del estado de Yucatán la captura estimada para el año de 1984 es de 26.66 ton.; lo anterior probablemente se debe a la adaptabilidad que presenta esta especie a través de su intervalo de distribución y a la intensidad de explotación de la misma.

El propósito de la diagnóstico de las poblaciones de peces es establecer un juicio de si esa población está en el nivel óptimo

o no. Si el nivel de explotación está por debajo del óptimo (población subexplotada) o por encima (sobrexplotada) de cualquier forma es necesario tomar las medidas adecuadas para mantenerse lo más cerca posible del nivel óptimo. Para conocer el estado de la población, es necesario conocer el rendimiento máximo sostenible; para esto existen los modelos dinámicos de rendimiento como el de Beverton y Holt (Doi, 1975) que se basa en la estructura de la población y sus características derivadas y los modelos de rendimiento excedente como el de Fox y Schaefer (Gulland, 1971), basados en datos de captura y esfuerzo. En este caso no fue posible la utilización de un modelo de rendimiento excedente pues a pesar de que existían datos de captura de pargo para varios años no se encontraban separados por especie y era imposible realizar una estandarización del esfuerzo pues las especies son capturadas por embarcaciones medianas y embarcaciones menores, además de formar parte de una pesquería multiespecífica.

Con respecto a la aplicación del modelo de Beverton y Holt la obtención del número de reclutas en la población y la de la edad de reclutamiento son básicos para obtener el rendimiento total por lo que su estimación exige la mayor precisión posible. El modelo de Beverton y Holt indica que el rendimiento máximo de la población de pargo criollo es actualmente de 22.4 ton. con una mortalidad por pesca de 0.65 y una edad de reclutamiento de 5. Sin embargo en el estado actual de explotación de la pesquería con una mortalidad por pesca de 0.35 y una edad de reclutamiento

de 4 se obtuvo para el año de 1984 una captura de 26.6 tons, lo cual rebasa el rendimiento máximo propuesto por el modelo, por lo que no se juzga conveniente proponer ningún cambio en el arte de pesca utilizado o en la intensidad de pesca hasta no obtener información de otras temporadas de pesca. Al igual que otras especies de arrecifes relativamente longevas que son de lento crecimiento, el pargo criollo puede ser sobreexplotado si se somete a una pesca intensa a lo largo de un periodo de tiempo considerable; sin embargo, con una pesca de baja intensidad se puede alcanzar un rendimiento muy cercano al máximo y sostenerlo a través de varias temporadas, lo cual a su vez permitirá que una cantidad suficiente de peces alcance su edad de madurez y esté en condiciones de reproducirse.

Ahora, para el caso de L. griseus, de la lectura de las escamas y a través del análisis de retrocálculo se determinaron 11 clases de edad, pero solo se utilizaron las primeras 7 clases de edad en los cálculos de los parámetros de crecimiento, debido a que la poca representatividad de las otras clases de edad tendía a disminuir el coeficiente de correlación y a variar los valores obtenidos.

Las longitudes promedio calculadas para cada clase de edad son muy similares a las reportadas por Starck (op. cit.) para esta especie en las costas de Florida a excepción de que se encuentran desfasadas por una clase de edad, ya que el dato de longitud que reporta este autor para la primera clase de edad es muy pequeño y no coincide con el calculado en el presente trabajo

ni en los estudios reportados para las costas Cubanas, así mismo se observa que no hay una relación exacta de las longitudes medias obtenidas con aquellas calculadas por otros autores (Tabla 11), estas diferencias pueden deberse a las diversas estructuras analizadas como hueso urohial, escamas y otolitos. También existe cierta discrepancia en los valores de la tasa de crecimiento, siendo la obtenida por nosotros de 0.1098, menor que la propuesta por Crooker (Munro, 1983) de 0.167, por Baez (en Munro, op. cit.) de 0.2366 y por Claro (1983) de 0.2281, aunque Starck (1971) reporta un valor de 0.0536 siendo el valor más bajo, por lo que se pondría de manifiesto que las variaciones podrían ser producidas por la diversa adecuación genética de la especie, su dinámica poblacional y su adaptabilidad a los distintos hábitat.

La L_{∞} estimada para estos ejemplares es de 37.5 cm., aunque se sabe que existen ejemplares mayores que se obtienen ocasionalmente en las capturas pero que no forman parte de la población pescable, debido a la selectividad del arte de pesca, por lo que resulta evidente que L. griseus es una especie relativamente longeva lo cual se ve reflejado en los valores de su tasa de crecimiento. El mayor crecimiento se registra entre la primera y segunda clase de edad con un incremento de 4.6 cm., después permanece casi constante entre la clase de edad II y la V con incrementos entre 3.0 y 3.5 cm., y comienza a disminuir de la clase VI en adelante. Con respecto al incremento en peso este alcanza su máximo valor hasta la octava clase de edad (Tabla 3).

La relación peso-longitud solo se llevó a cabo para ambas

especies en organismos eviscerados por lo que no fue posible calcularla por separado para hembras y machos. El análisis de varianza realizado sobre el exponente de la relación peso-longitud indica que al igual que el pargo criollo, el pargo mulato presenta un crecimiento de tipo cúbico o isométrico lo cual coincide con lo reportado por Claro (1983) para la costa Cubana.

A partir de la estructura por edades se determinó que la edad de reclutamiento para estos organismos es de 4 años y la edad máxima de la pesquería de 11 años, aunque en este caso también se observaron ocasionalmente algunos ejemplares que rebasaron la longitud media calculada para esta edad. La edad de longevidad ecológica se estimó en 27 años, lo cual parece razonable para una especie que es bastante longeva y alcanza tallas tan grandes.

En referencia a los parámetros de mortalidad, la tasa de mortalidad total (z) obtenida es de 0.4263, siendo más baja que la reportada por Claro (op. cit.) de 0.82, sin embargo es similar a la calculada por Manooch (Munro, 1983) para las costas de Florida de 0.39, esto puede deberse a factores del ambiente natural que influyen sobre la adaptabilidad de la especie a través de su intervalo de distribución y a la intensidad de explotación de la misma. La tasa de mortalidad por pesca es mayor que la de mortalidad natural, lo cual se pone de manifiesto en la razón de pesca de 0.6813 y en la tasa de explotación de 0.2365. Con respecto a la razón de pesca y utilizando el criterio de

Pauly (1983) indica una cierta tendencia de la pesquería hacia la sobreexplotación.

El tamaño de la población calculado en términos de biomasa para L. griseus fue de aproximadamente 75 tons. Como ya se mencionó la captura de pargo en el estado de Yucatán disminuyó mucho en 1984 y desafortunadamente no se cuenta con datos de captura de L. griseus para otros sitios para poder verificar si la tendencia ha sido similar.

De la aplicación del modelo de Beverton y Holt, éste nos indica que el rendimiento máximo en la pesquería del pargo mulato es de 22.11 ton., con una edad de reclutamiento de 8 y una mortalidad por pesca de 0.9, sin embargo en las condiciones actuales, con una mortalidad por pesca de 0.3 y una edad de reclutamiento de 4 se obtiene una captura de 17.78 ton. lo cual representa un 80% del RM., de acuerdo al modelo un incremento en la edad de reclutamiento no aumentaría el rendimiento por recluta a menos que la mortalidad por pesca se incrementara considerablemente; debe recordarse que siendo tanto el pargo criollo como el pargo mulato parte de una pesquería multiespecífica, sus condiciones de explotación se reglamentan en base a estudios sobre otras especies más abundantes y de mayor importancia económica como podrían ser el mero y el huachinango.

Haciendo una breve comparación entre L. analis y L. griseus como primer punto podemos decir que es muy probable que estas dos especies presenten hábitats diferentes en esta zona, esto se puede deducir a partir de los registros de captura y desembarco

así como de los muestreos realizados, ya que la mayoría del pargo criollo proviene de desembarcos de embarcaciones de mediana altura y en cambio el pargo mulato proviene de los centros de recepción de Productos Pesqueros Mexicanos (El Cuyo, San Felipe, Río Lagartos, Dzilam y Progreso) en donde se recibe producto de las zonas de pesca ribereña. L. analis es una especie más cotizada que L. griseus, sobre todo con respecto a los ejemplares de mayor tamaño; esto es debido al parecido que tiene el pargo criollo con el huachinango.

De los parámetros de crecimiento, la tasa metabólica es similar para ambas especies, sin embargo la L_{∞} calculada para el pargo criollo es bastante mayor que aquella obtenida para pargo mulato, esto se debe a que tanto los incrementos en la longitud media como en el peso promedio para cada clase de edad son mucho mayores para el caso del pargo criollo, ya que mientras que esta especie alcanza un peso promedio de aproximadamente 1 Kg. y una longitud de 43.6 cm en la clase de edad IV, el pargo mulato alcanza un peso aproximado de 1 Kg. hasta la clase de edad IX, con una longitud correspondiente de 39.8 cm.

Ambas especies presentan un crecimiento isométrico y su edad de reclutamiento es de 4 años, sin embargo la edad máxima de la pesquería es mayor para L. griseus lo cual se refleja en una mayor edad de longevidad ecológica. La tasa de mortalidad total es mayor para el pargo criollo, pero la mayor parte de dicha tasa se debe a la mortalidad por pesca en ambos casos, aunque como ya se mencionó el nivel de pesca no es el mismo. La población de

pargo criollo es mayor que la de pargo mulato en términos de biomasa, pero en términos de número de individuos la de pargo mulato resulta considerablemente mayor lo cual le da una mejor capacidad de renovación que se refleja en el número de reclutas que se integran a la población pescable.

En cuanto a su rendimiento, según el modelo de Beverton y Holt y aun en las condiciones actuales de pesca, se podría decir que la población de pargo criollo se encuentra ligeramente sobreexplotada mientras que la de pargo mulato está un poco por debajo de su nivel máximo de explotación, pero no se puede concluir nada definitivo al respecto hasta no conocer con más certeza la proporción que representan ambos en la captura de pargo y las variaciones en la edad de reclutamiento y el número de reclutas a través de distintas temporadas de pesca.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En base a todo lo expuesto con anterioridad se llegaron a las siguientes conclusiones:

- A pesar de que las dos especies en estudio son típicamente tropicales, es adecuado el uso de escamas para la determinación de edad y crecimiento.
- Es importante diseñar un sistema de muestreo que además de incluir a los desembarques incluya muestreos biológicos a bordo con el fin de tener acceso a ejemplares de todas las tallas y lograr así que la estructura por edades represente a la población con la mayor fidelidad posible.
- Es conveniente la validación de las marcas de crecimiento en escamas y la comparación de las mismas con otras estructuras óseas como otolitos o hueso urohial, en esta región.
- El crecimiento en ambas especies es isométrico, según lo indican las relaciones peso-longitud establecidas. Ambas se caracterizan por ser organismos longevos de crecimiento lento, aunque el pargo criollo tiende a alcanzar mayores tallas en lapsos de tiempo más breves, lo cual se refleja en los incrementos en la longitud entre cada clase de edad.
- La principal causa de mortalidad para ambas especies se debe a la explotación pesquera.
- Es necesario definir de manera más precisa la proporción de las especies que componen la captura (L. analis y a L. griseus y las fluctuaciones que presentan a través de distintas temporadas de

pesca, con el fin de estimar con mayor precisión el tamaño de las poblaciones y el RMS de las mismas. De ser posible se recomienda que la captura de ambas especies sea registrada por separado.

- De acuerdo al modelo de Beverton y Holt el nivel de explotación actual del pargo mulato está muy cercano al nivel máximo y el del pargo criollo está por encima de este nivel, por lo que sería conveniente tomar algunas precauciones sobre la organización y administración de la pesquería.

- Resulta conveniente la realización de estudios sobre algunos otros aspectos biológicos de estos organismos como hábitos alimenticios, fecundidad, madurez sexual, proporción de sexos, competencia, etc., ya que esta información contribuiría notablemente a la dinámica de las poblaciones de ambas especies.

- Es de suma importancia que los estudios biológico-pesqueros sobre estos organismos se realicen de manera continua a través de distintas temporadas de pesca, ya que esto nos permitiría definir mejor el estado de la pesquería y tomar así las medidas necesarias para evitar la sobreexplotación.

LITERATURA CITADA.

- Arreguín-Sánchez F., y Chávez E., (en prensa), "A Method for Fish Stock Assessment Based Upon Age Structure", Int. Symp. of Age and Growth.
- Arreguín-Sánchez F., (1981), "Diagnosis de la Pesquería de Camarón Roca (Sicyonia brevirostris Stimpson, 1871) de Contoy, Q. Roo, México", Ciencia Pesquera Vol. 1, No. 2, México.
- Bagenal T., (1968), "Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters", International Biological Program Handbook No. 3, Oxford Blackwood Scientific Publications, England.
- Bashirullah A.K.M., (1975), "Biology of Lutjanus griseus of the Cubagua Island", Venezuela.
- Cantarell Espinoza E., (1982), "Determinación de la Edad y el Ritmo de Crecimiento del Pargo Canané (Ocyurus chrysurus) en el Litoral del Estado de Yucatán, México 1980-81", Tesis.
- Claro R., (1983), "Ecología y Ciclo de Vida del Caballerote, Lutjanus griseus (Linnaeus), en la Plataforma Cubana", Acad. Cienc. Cuba, Rep. Invest.
- Claro R., (1981), "Ecología y Ciclo de Vida del Pargo Criollo, Lutjanus analis (Cuvier), en la Plataforma Cubana", Acad. Cienc. Cuba, Inf. Cient. Tecn. 186:1-83.
- Claro R. y Bustamante G., (1977), "Edad y Crecimiento del Caballerote Lutjanus griseus (Linnaeus) en la Plataforma Suroccidental de Cuba", Acad. Cienc. Cuba, Inf. Cient. Tecn.

21:1-11.

- Crocker R., (1962), "Growth and Food of the Gray Snapper, Lutjanus griseus in Everglades National Park", Trans. Amer. Fish Soc. 91:379-383.
- Doi T., (1975), "Análisis Matemático de Poblaciones Pesqueras", Compendio para Uso Práctico, Inst. Nal. de Pesca, INP-SI:M12.
- FAO, (1982), "Métodos de Recolección y Análisis de Datos de Talla y Edad para la Evaluación de la Población de Peces", FAO; Circ. Pesca (736): 101 p.
- Guitart D.J., (1977), "Sinopsis de los Peces Marinos de Cuba", Tomo 3, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana.
- Gulland J.A., (1971), "Manual de Métodos para la Evaluación de las Poblaciones de Peces", FAO., Acribia, España.
- Holden M.J. y Raitt D.F.S., (EDS) (1975), "Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2. Métodos para Investigar los Recursos y su Aplicación", Doc. Tec. FAO. Pesca, (115) Rev. 1: 211 p.
- Holguín F. y Hayashi L., (1974), "Elementos de Muestreo y Correlación", UNAM, México, 332 p.
- Klima E.F., (1976), "An Assessment of the Fish Stocks and Fisheries of the Campeche Bank", WECAF Stud. (5): 24 p.
- Klima E.F., (1976), "A Review of Fishery Resources in the Western Central Atlantic", WECAF Stud., (3): 77 p.
- Mason L.D. and Manooch S., (1985), "Age and Growth of mutton snapper Along the East Coast of Florida", Fisheries Research (1985) 3: 2, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Munro J.L., (1983), "Caribbean Coral Reef Fishery Resources",

- ICLARM STUDIES AND REVIEWS 7, International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, 276 p.
- Nikolsky G.V., (1963), "The Ecology of Fishes", Academic Press, London-New York.
 - Pauly D., (1983), "Algunos Métodos Simples para la Evaluación de Recursos Pesqueros Tropicales", FAO., Doc. Tec. Pesca, (234): 49 p.
 - Pitcher T.J. and Hart P.J.B., (1982), "Fisheries Ecology", Croom Helm, London.
 - Pozo E., (1979), "Edad y Crecimiento del Pargo Criollo (Lutjanus analis, Cuvier 1828) en la Plataforma Nororiental de Cuba", Acad. Cienc. Cuba. Inf. Cient. Tecn. 4 (2).
 - Ricker W.E., (1975), "Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Population", Bull. Fish. Res. Board. Canada. 191.
 - Rivas R.L., (1966), "Review of the Lutjanus campechanus Complex of Red Snappers", Quart. Journ. Florida Acad. SCI. 29 (2), USA.
 - Salas M.S., (1985), "Contribución al Conocimiento Biológico Pesquero de la Mojarra (Calamus pennatula, Guichenot 1868), de la Pesca de Arrastre de las Costas de Yucatán", Tesis.
 - Smagula C.M. and Andelman I.R., (1982), "Growth in Natural Population of Largemouth Bass, Micropterus salmoides Lacepede, as Determined by Physical Measurement and (14-C)-Glicine Uptake by Scales", Journal of Fish Biology 1983-22 No. 6, Academic Press, USA.
 - Starck W.A. and Schroeder R.E., (1971), "Investigations on the

Gray Snapper, Lutjanus griseus", Studies in Tropical Oceanography (10), University of Miami Press, Florida.

- Van Oosten J., (1929), "Life History of the Lake Herring (Leucichthys artea, Le Seur) of Lake Huron as Revealed by its Scales with a Critique of the Scale Method", U.S.F.W.S. Fish Bull. (44):265-428.

- Vergara R., (1980), "Consideraciones Filogenéticas sobre las Especies Cubanas del Género Lutjanus (Lutjanidae, Perciformes, Teleostei)", Acad. de Cienc. Cuba. Rep. Invest.

T A B L A S Y F I G U R A S

TABLA 1. CLASES DE EDAD Y LONGITUDES PROMEDIO
CORRESPONDIENTES OBTENIDAS POR RETRO-
CALCULO PARA L. ANALIS

CLASE	DE	EDAD	LONGITUD	PROMEDIO	INTERVALO DE LON- GITUD
I			19.53		0 - 21.0
II			28.68		23.0- 35.0
III			36.6		28.0- 42.0
IV			43.4		36.0- 50.0
V			50.18		43.0- 58.0
VI			54.12		49.0- 58.0
VII			58.7		54.0- 63.0
VIII			63.1		56.0- 66.0
IX			66.0		64.0- 68.0

TABLA 2. CLASES DE EDAD Y LONGITUDES PROMEDIO
CORRESPONDIENTES OBTENIDAS POR RETRO-
CALCULO PARA L. GRISEUS

CLASE DE EDAD	LONGITUD PROMEDIO	INTERVALO DE LONGITUD
I	14.78	12.0 - 19.5
II	19.42	15.0 - 26.5
III	23.12	18.0 - 32.0
IV	26.60	20.0 - 37.0
V	29.65	23.0 - 41.0
VI	33.15	25.0 - 40.5
VII	35.42	27.5 - 40.0
VIII	38.38	29.0 - 42.5
IX	41.11	34.0 - 45.0
X	43.23	41.0 - 47.0
XI	46.21	42.5 - 48.5

TABLA 2. CLASES DE EDAD Y LONGITUDES PROMEDIO
 CORRESPONDIENTES OBTENIDAS POR RETRO-
 CALCULO PARA L. GRISEUS

CLASE DE EDAD	LONGITUD PROMEDIO	INTERVALO DE LONGITUD
I	14.78	12.0 - 19.5
II	19.42	15.0 - 26.5
III	23.12	18.0 - 32.0
IV	26.60	20.0 - 37.0
V	29.65	23.0 - 41.0
VI	33.15	25.0 - 40.5
VII	35.42	27.5 - 40.0
VIII	38.38	29.0 - 42.5
IX	41.11	34.0 - 45.0
X	43.23	41.0 - 47.0
XI	46.21	42.5 - 48.5

TABLA 3. PARAMETROS DE CRECIMIENTO PARA L. ANALIS
 Y L. GRISEUS OBTENIDOS A TRAVES DE LA
 APLICACION DEL MODELO DE VON BERTALANFFY

ESPECIE	<u>L. ANALIS</u>	<u>L. GRISEUS</u>
LONGITUD INFINITA L_{∞} (cm)	86.3491	57.5782
PESO INFINITO W_{∞} (gr)	9682.3374	2830.3359
TASA DE CRECIMIENTO (k)	0.1490	0.1098
EDAD A LA LONG. CERO (t_0)	0.7115	0.6902

**TABLA 4. LONGITUDES Y PESOS PROMEDIO CALCULADOS
A PARTIR DEL MODELO DE VON BERTALANFFY
PARA L. ANALIS**

EDAD (años)	LONGITUD (cm)	PESO (gr)	EN PESO
1	19.4433	129.7903	-
2	28.7081	400.6101	270.82
3	36.6900	814.4740	413.86
4	43.5666	1338.6294	524.15
5	49.4909	1935.5919	596.96
6	54.5949	2571.0044	635.41
7	58.9921	3216.6608	645.66
8	62.6803	3851.1013	634.44
9	66.0440	4459.0742	607.97
10	68.8558	5030.5504	571.48
11	71.2782	5559.6446	529.09
12	73.3651	6043.6143	483.97
13	75.1631	6482.0036	438.39
14	76.7121	6875.9488	393.95
15	78.0466	7227.6359	351.69
16	79.1963	7539.8903	312.25
17	80.1867	7815.8747	275.98
18	81.0401	8058.8730	242.99
19	81.7752	8272.1419	213.27
20	82.4086	8458.8113	186.67
25	84.4789	9088.1554	
30	85.4614	9397.2623	
35	85.9227	9546.3327	

TABLA 5. LONGITUDES Y PESOS PROMEDIO CALCULADOS
 A PARTIR DEL MODELO DE VON BERTALANFFY
 PARA L. GRISEUS

EDAD (años)	LONGITUD (cm)	PESO (gr)	EN PESO
1	14.7365	57.9723	-
2	19.1950	123.2347	65.26
3	23.1895	211.3387	88.10
4	26.7683	318.2785	106.94
5	29.9747	439.5289	121.25
6	32.8473	570.6693	131.14
7	35.4211	707.7082	137.04
8	37.7269	847.2258	139.52
9	39.7929	986.4089	139.18
10	41.6438	1123.0267	136.62
11	43.3020	1255.3750	132.35
12	44.7878	1382.2072	126.83
13	46.1189	1502.6628	120.46
14	47.3114	1616.1985	113.54
15	48.3799	1722.5261	106.33
16	49.3371	1821.5582	99.03
17	50.1948	1913.3615	91.80
18	50.9632	1998.1177	84.76
19	51.6516	2076.0920	78.80
20	52.2684	2147.6070	71.52
25	54.5131	2421.3404	
30	55.8088	2589.1882	
35	56.5568	2689.4302	

TABLA 6. ESTRUCTURA POR EDADES PARA LA POBLACION
DE L. ANALIS

EDAD (años)	No. DE INDIVIDUOS	% DE INDIVIDUOS
1	2	1.55
2	18	13.96
3	18	13.96
4	40	31.0
5	21	16.28
6	12	9.3
7	10	7.75
8	6	4.65
9	2	1.55

TABLA 7. ESTRUCTURA POR EDADES PARA LA POBLACION
DE L. GRISEUS

EDAD (años)	No. DE INDIVIDUOS	% DE INDIVIDUOS
3	27	10.34
4	91	34.87
5	46	17.62
6	32	12.26
7	23	8.81
8	20	7.66
9	13	4.98
10	5	1.92
11	4	1.53

TABLA 8. DATOS DE CAPTURA Y TAMAÑO DE LA POBLACION PARA LA TEMPORADA DE PESCA DE 1984 PARA L. ANALIS, L. GRISEUS Y PARGOS EN EL ESTADO DE YUCATAN

ESPECIE	<u>L. ANALIS</u>	<u>L. GRISEUS</u>	PARGOS
NUMERO DE INDIVIDUOS DE LA CAPTURA	12,823	33,512	46,335
BIOMASA DE LA CAPTURA (kg)	26,664	17,776	44,441
TAM. DE LA POBLACION EN No. DE INDIV.	46,982	141,711	188,693
TAM. DE LA POBLACION EN BIOMASA (kg)	97,695	75,170	172,365

**TABLA 9. COMPARACION ENTRE LAS LONGITUDES MEDIAS
(cm) CALCULADAS PARA L. ANALIS POR VARIOS
AUTORES**

AUTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MASON Y MA- NOOCH (1985) FLORIDA	16.1	29.8	38.8	44.4	49.3	54.0	58.0	61.8	65.9	69.0
CLARO (1981) CUBA ZONA B	15.7	24.7	34.1	41.9	49.4	56.0	60.9	62.5	65.4	
CLARO (1981) CUBA ZONA C	15.0	22.4	31.3	42.6	50.3	56.2	62.6	67.3		
POZO (1983) CUBA ZONA D	20.0	26.2	33.0	37.7	43.4	46.8	50.5	56.9		
PRESENTE TRABAJO	19.5	28.7	36.6	43.4	50.2	54.1	58.7	63.1	66.0	

TABLA 10. COMPARACION DE LOS PARAMETROS POBLACIONALES DE VARIOS AUTORES PARA L. ANALIS

PARAMETROS	L_{∞} (cm)	k	t_0	z	Rel. W-L	tr
MASON Y MA- NOOCH (1985) FLORIDA	86.15	0.153	0.578	0.369	a= 1.01×10^{-8} b= 3.04	3
CLARO (1981) CUBA ZONA B	88.0	0.152	0.354	-	a=0.0152 b=3.041	-
CLARO (1981) CUBA ZONA C	117.8	0.10	0.425	-	a=0.0138 b=3.065	-
POZO (1983) CUBA ZONA D	80.75	0.116	1.42	-	a=0.1138 b=2.53	-
PRESENTE TRABAJO	86.35	0.149	0.711	0.54	a=0.0243 b=2.892	4

TABLA 11. COMPARACION ENTRE LAS LONGITUDES MEDIAS
(cm) CALCULADAS PARA L. GRISEUS POR VA-
RIOS AUTORES

AUTORES	1	2	3	4	5	6	7	8
CROKER (1962) FLORIDA	8.1	18.0	24.1	29.5	35.2	43.1	45.6	
STARCK (1971) SUR DE FLORIDA	6.8	12.3	17.1	21.9	25.2	28.7	32.4	37.2
BAEZ (1982) LAG. COSTE- RA, CUBA	16.6	24.0	29.7	34.4	38.0	40.8	43.1	
CLARO Y BUSTAMANTE (1977) CUBA	16.8	23.6	26.8	32.7	35.7	37.5		
CLARO (1983) CUBA	20.6	27.6	33.2	37.6	41.1	43.9	46.1	
PRESENTE TRABAJO	14.7	19.4	23.1	26.6	29.6	33.1	35.4	

FIGURA 1a. EJEMPLAR DE L. ANALIS

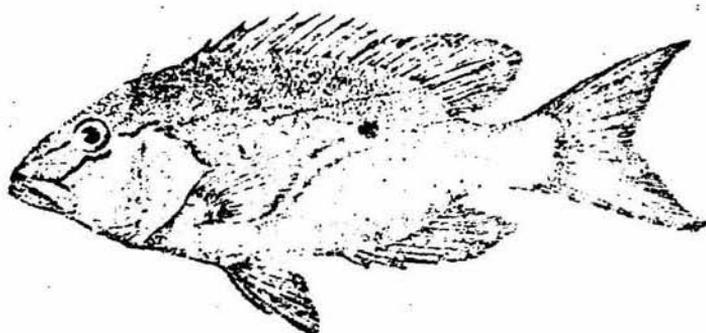
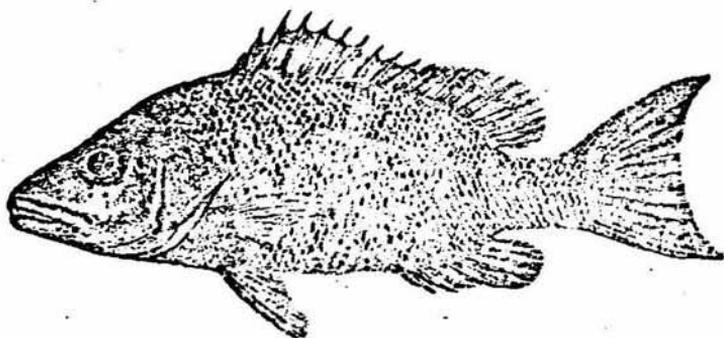


FIGURA 1b. EJEMPLAR DE L. GRISEUS



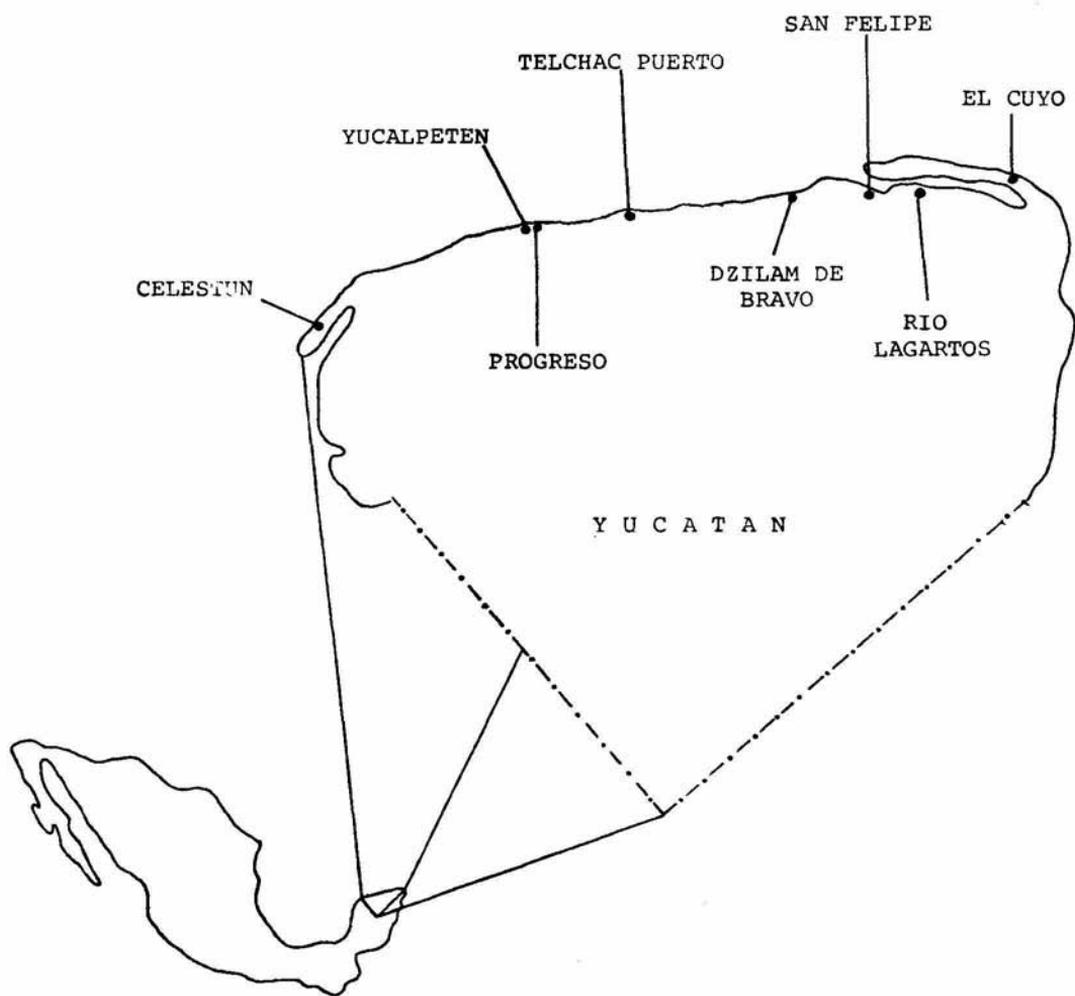


FIGURA 2. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

FIGURA 3. DATOS DE CAPTURA PARA LA TEMPORADA
84-85 DE FARGOS EN EL ESTADO DE YU-
CATAN

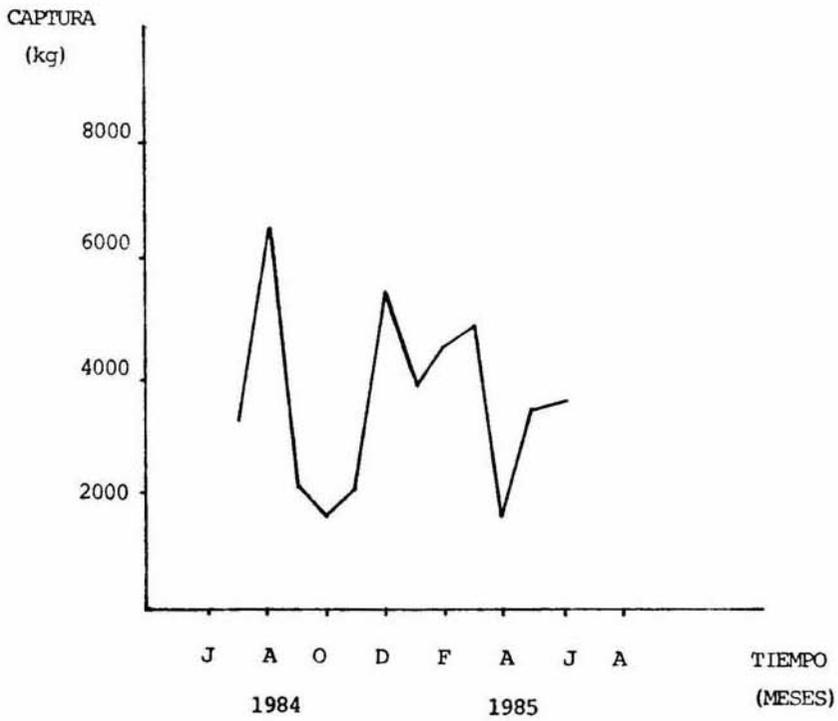


FIGURA 4. SITIO DE DONDE SE OBTUVIERON LAS
ESCAMAS PARA L. ANALIS Y L. GRISEUS

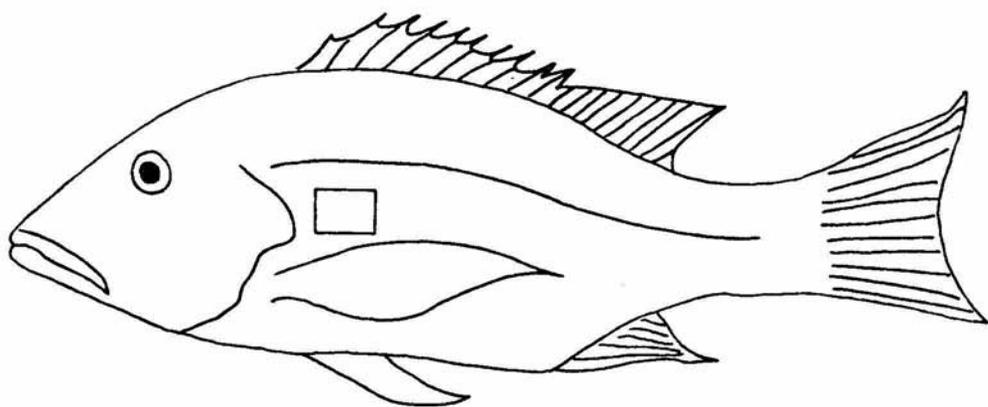


FIGURA 5. DATOS DE CAPTURA DE PARGOS PARA LAS
ULTIMAS TEMPORADAS EN EL ESTADO DE
YUCATAN

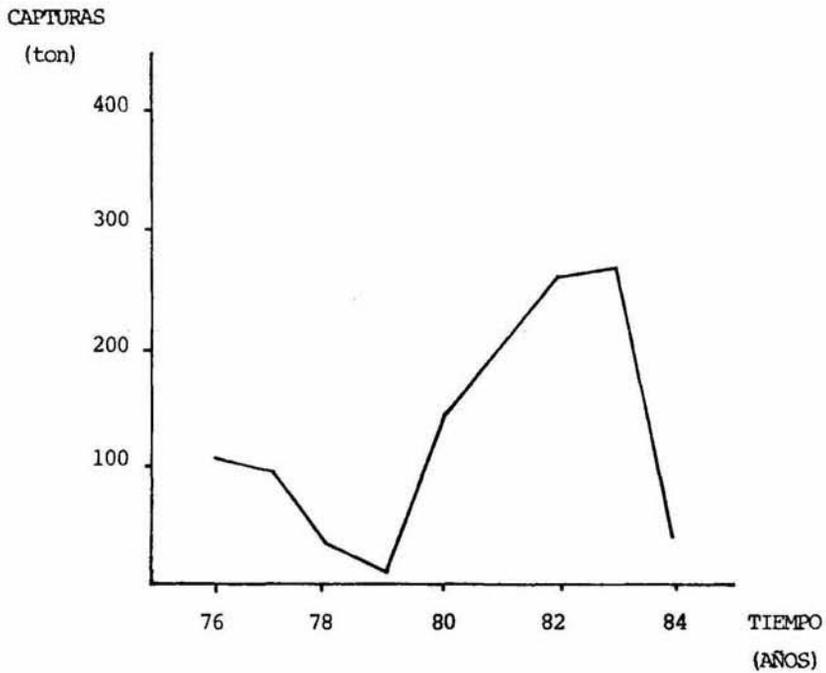


FIGURA 6. RELACION DE LA LONGITUD FURCAL CON LA
DISTANCIA FOCO-BORDE DE LA ESCAMA PARA
L. ANALIS

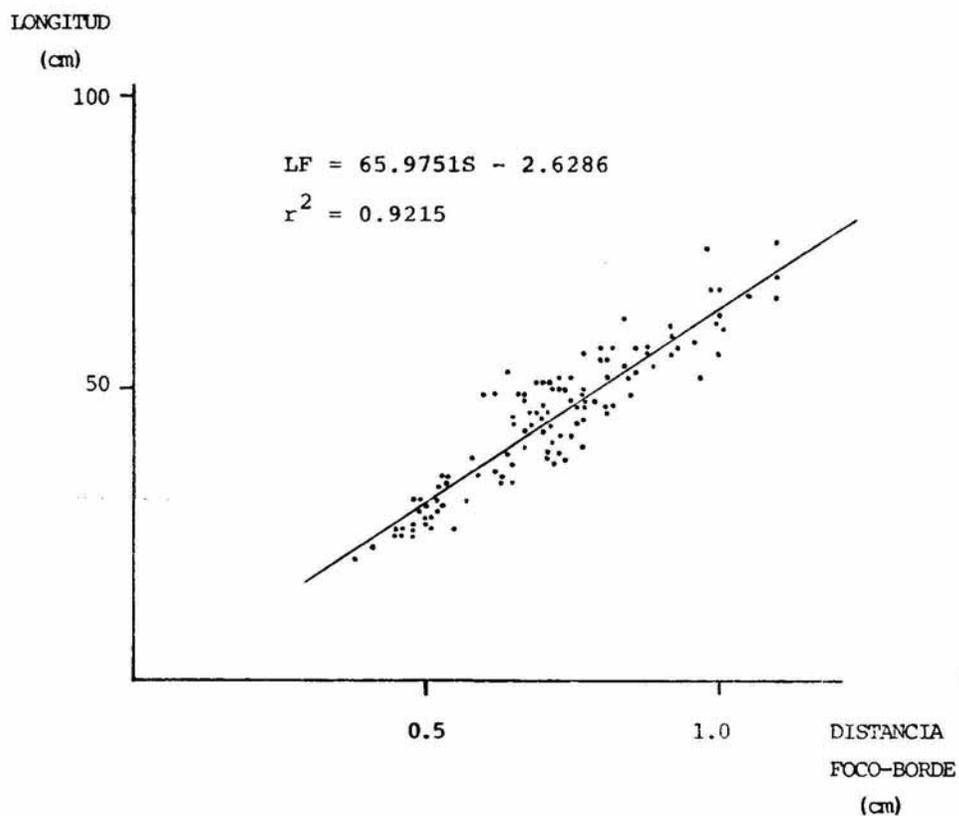


FIGURA 7. RELACION DE LA LONGITUD FURCAL CON LA
DISTANCIA FOCO-BORDE DE LA ESCAMA PARA
L. GRISEUS

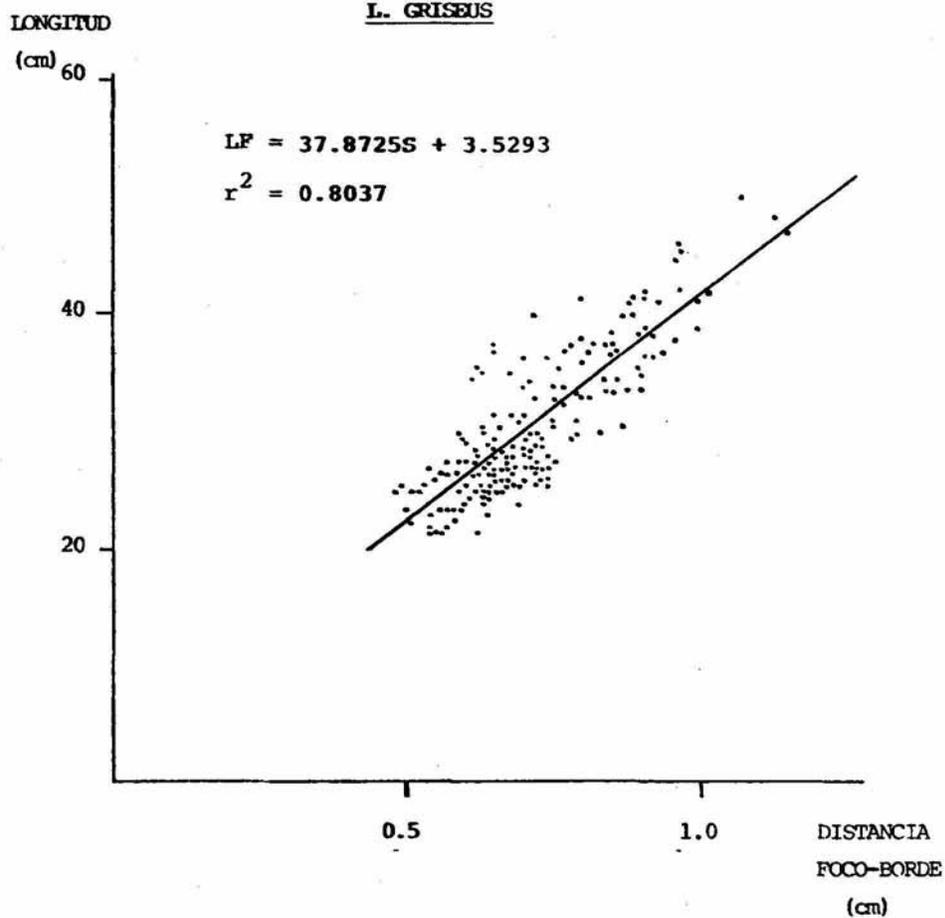


FIGURA 8. DETERMINACION DE LA LONGITUD MAXIMA
PROMEDIO DE L. ANALIS POR EL METODO
DE FORD-WALFORD

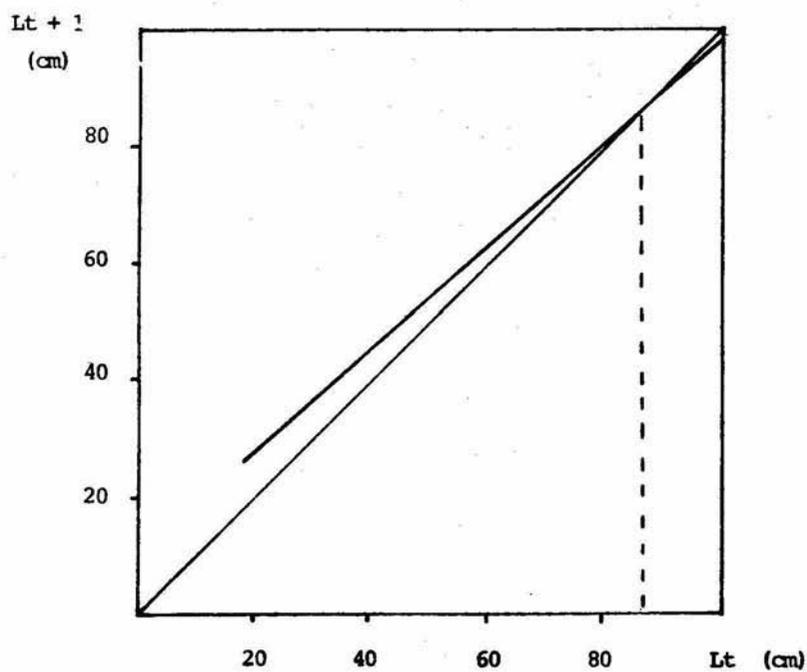


FIGURA 9. DETERMINACION DE LA LONGITUD MAXIMA
PROMEDIO DE L. GRISEUS POR EL METODO
DE FORD-WALFORD

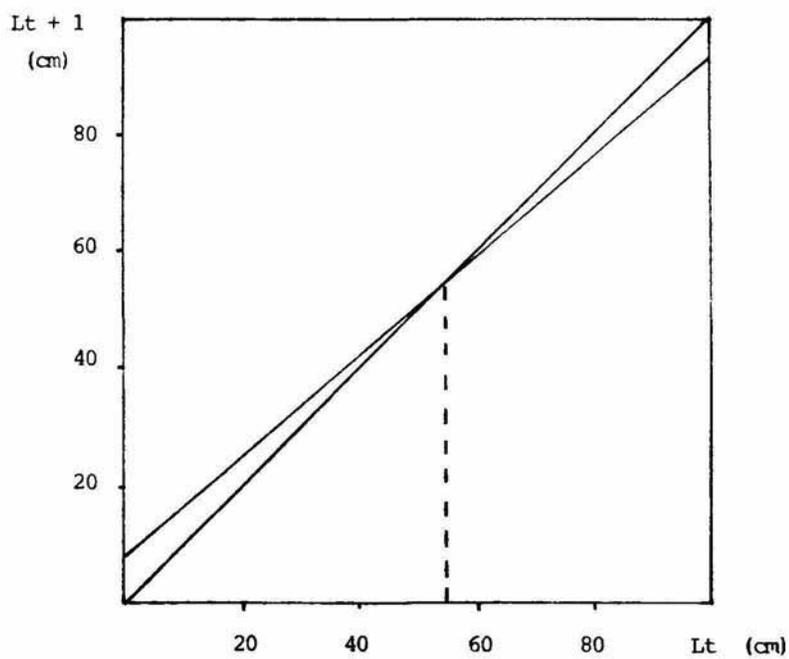


FIGURA 10. RELACION PESO-LONGITUD PARA L. ANALIS

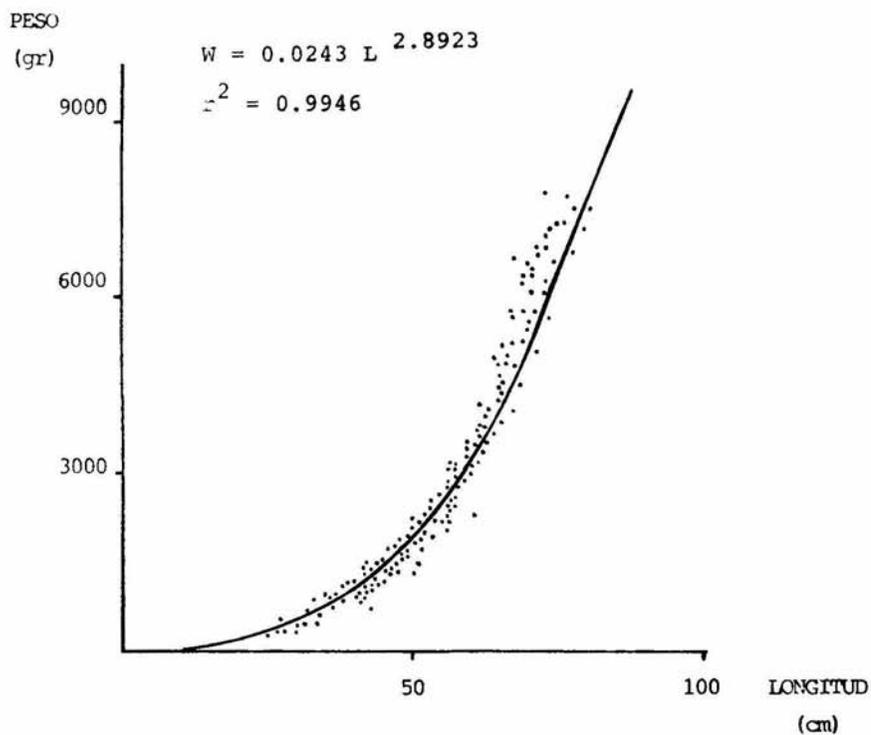


FIGURA 11. RELACION PESO-LONGITUD PARA L. GRISEUS

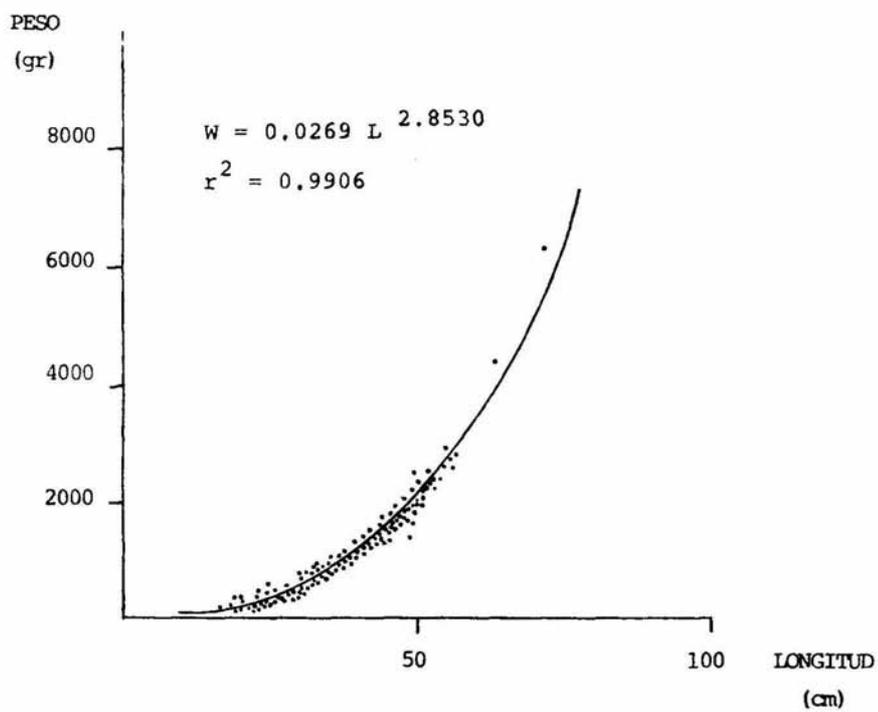


FIGURA 12. CURVAS DE CRECIMIENTO EN LONGITUD Y PESO PARA L. ANALIS

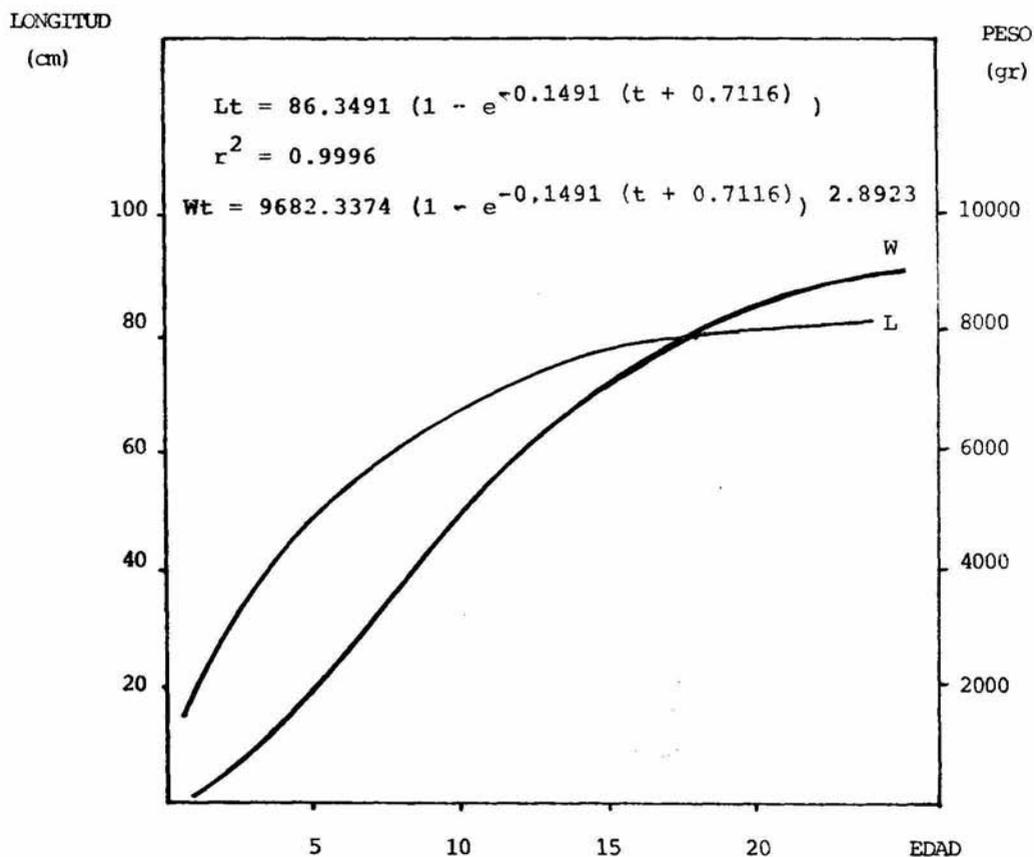


FIGURA 13. CURVAS DE CRECIMIENTO EN LONGITUD
Y PESO PARA L. GRISEUS

$$L_t = 57.5782 (1 - e^{-0.1099 (t + 0.6902)})$$

$$r^2 = 0.9995$$

LONGITUD
(cm)

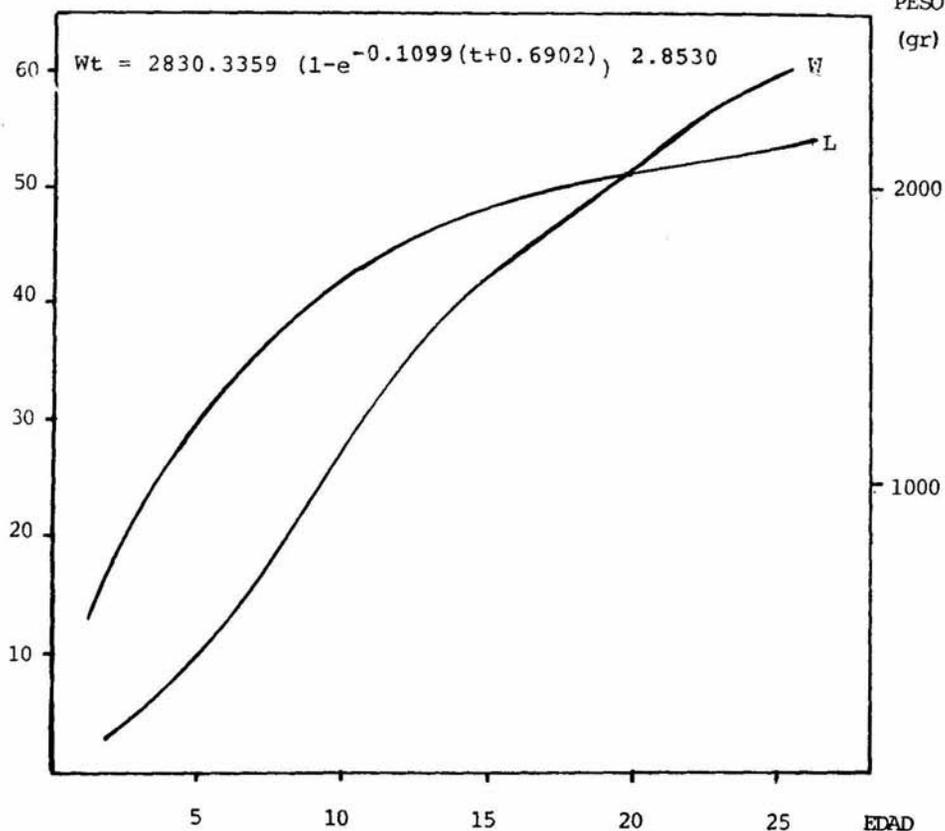


FIGURA 14. ESTIMACION DE LA EDAD MEDIA DE RECLUTA
MIENTO DE L. ANALIS EN BASE A LA ABUN-
DANCIA RELATIVA POR EDADES DE LOS ORGA-
NISMOS

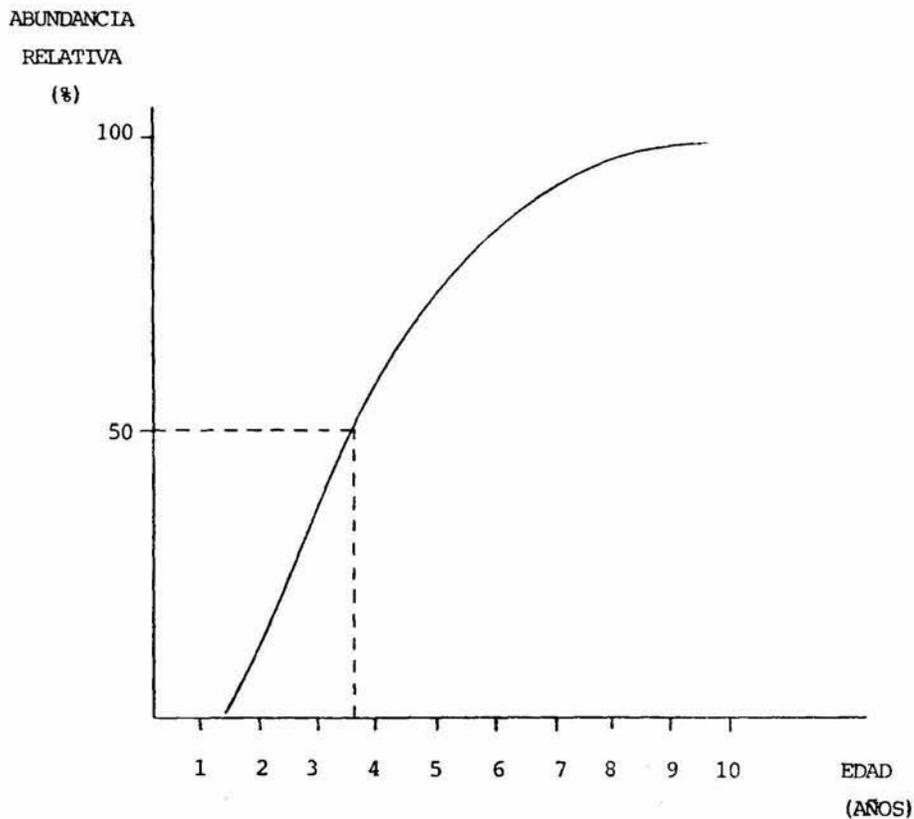


FIGURA 15. ESTIMACION DE LA EDAD MEDIA DE RECLUTAMIENTO PARA L. GRISEUS EN BASE A LA ABUNDANCIA RELATIVA POR EDADES DE LOS ORGANISMOS

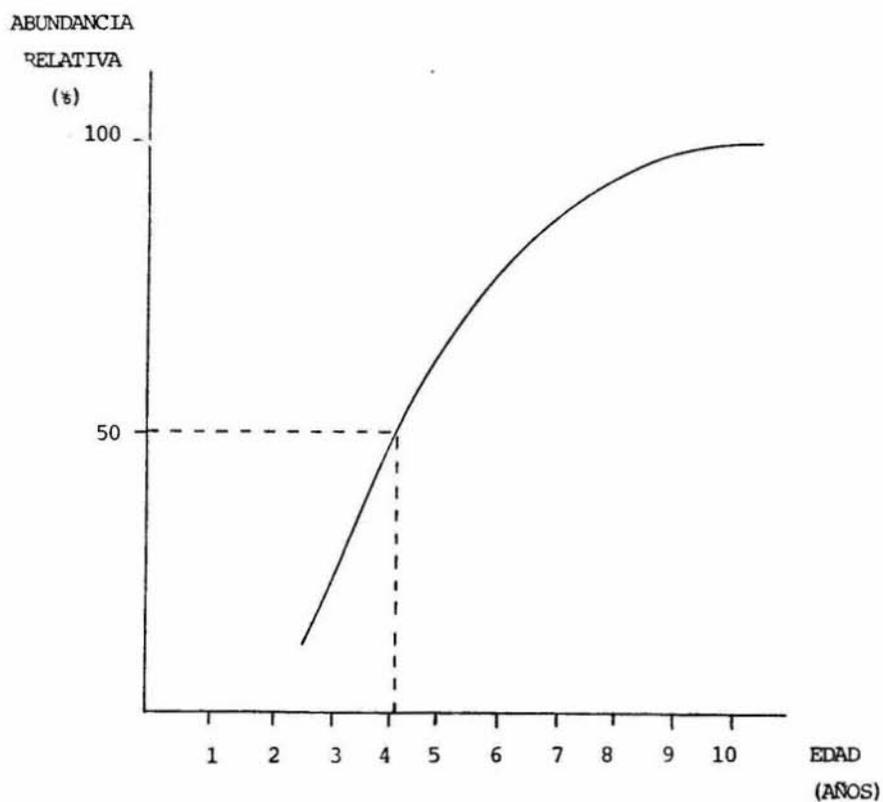


FIGURA 16. CURVA DE SUPERVIVENCIA DE L. ANALIS
EN LA POBLACION ACTUAL

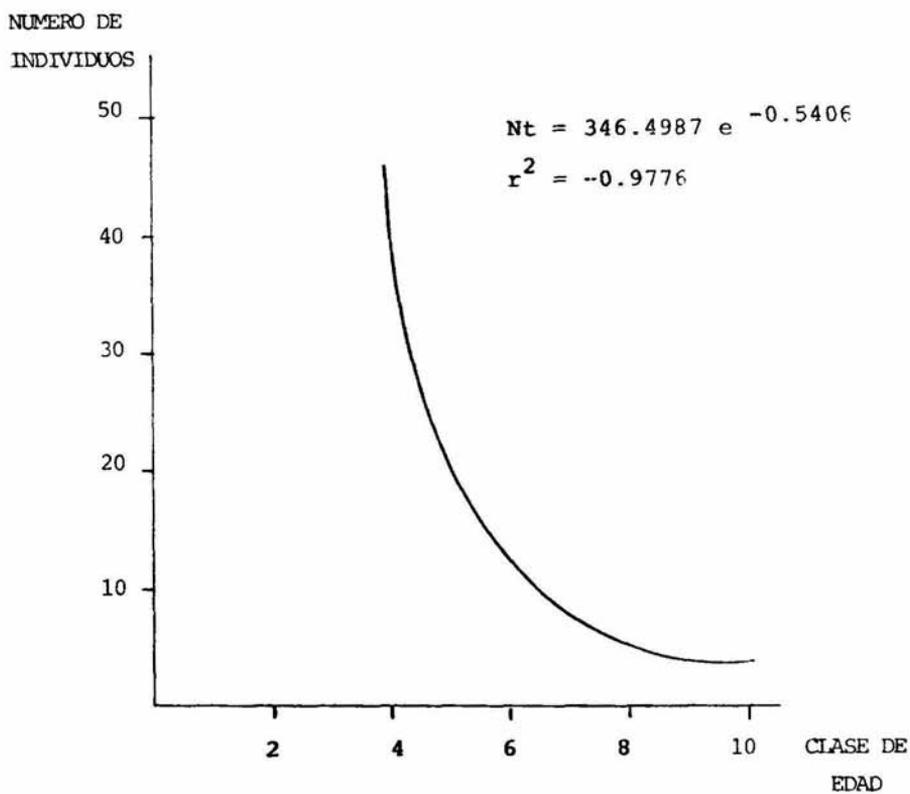


FIGURA 17. CURVA DE SUPERVIVENCIA DE L. GRISEUS
EN LA POBLACION ACTUAL

NUMERO DE
INDIVIDUOS

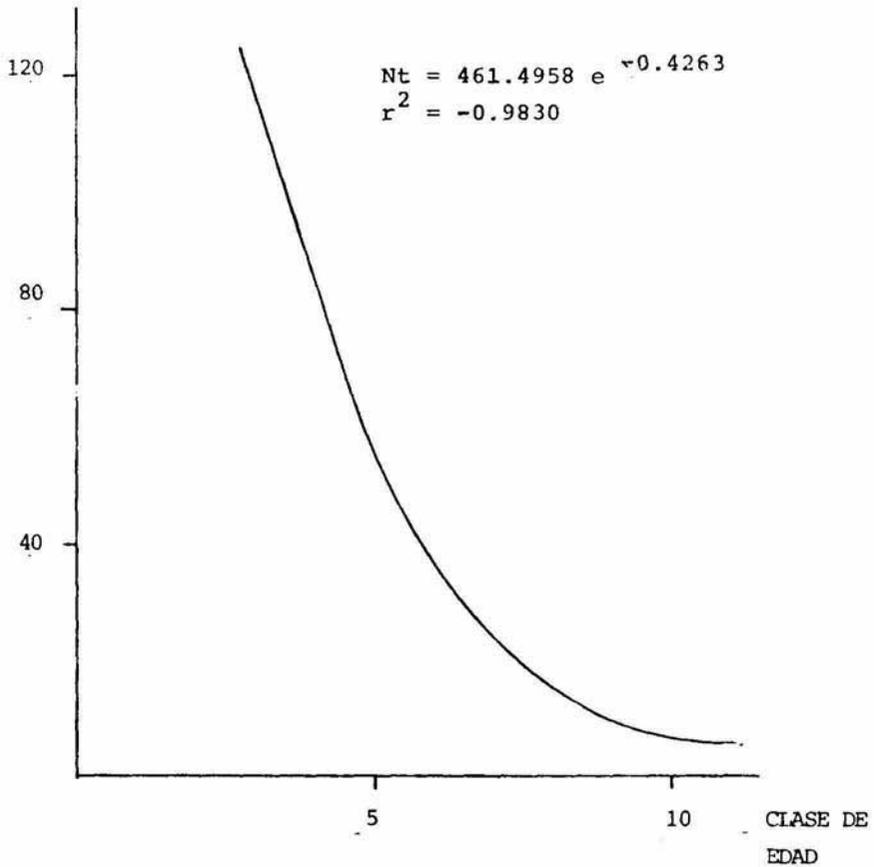
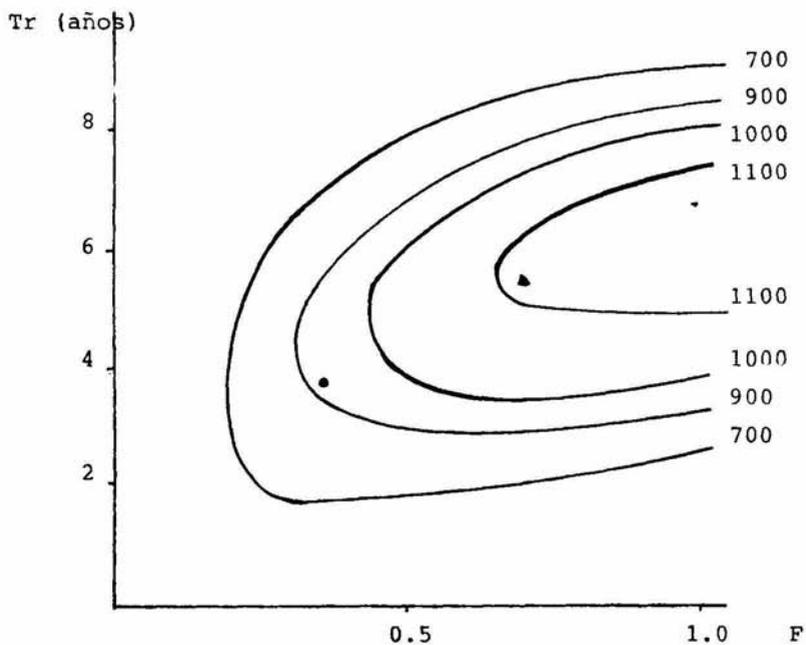


FIGURA 18. ISOPLETAS DE RENDIMIENTO POR RECLUTA OBTENIDAS DEL MODELO DE BEVERTON Y HOLT PARA LUTJANUS ANALIS



● CONDICION ACTUAL

▲ CONDICION OPTIMA

FIGURA 19. ISOPLETAS DE RENDIMIENTO POR RECLUTA
OBTENIDAS DEL MODELO DE BEVERTON Y
HOLT PARA L. GRISEUS

