
1995-B

090641379

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Y AMBIENTALES



EDAD, CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DEL BACOCO
Anisotremus interruptus (GILL, 1863) (CLASE OSTEICHTHYES,
ORDEN PERCIFORMES, FAMILIA HAEMULIDAE) DEL LITORAL
DE COLIMA, MÉXICO.

**TRABAJO DE TITULACION EN LA MODALIDAD DE
TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA**

PRESENTA

FERNANDO GONZALEZ OROZCO

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal., Julio de 2000



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

C. FERNANDO GONZALEZ OROZCO
P R E S E N T E .

Manifetamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de TESIS con el título "EDAD, CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DEL BACOCO *Anisotremus interruptus* (GILL, 1863) (CLASE OSTEICHTHYES, ORDEN PERCIFORMES, FAMILIA HAEMULIDAE) del litoral de Colima, México.", para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo a la DRA. ELAINE ESPINO BARR.

A T E N T A M E N T E
" PIENSA Y TRABAJA "

Las Agujas, Zapopan, Jal., 5 de julio del 2000


DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN


DRA. ALMA ROSA VILLALOBOS ARÁMBULA
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

c.c.p. DRA. ELAINE ESPINO BARR.- Director del Trabajo.
c.c.p. Expediente del alumno


MERL/ARVA/gaby*

C. DRA. MONICA ELIZABETH RIOJAS LOPEZ
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION
DE LA DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E.

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó el (la) pasante: FERNANDO GONZALEZ OROZCO con el título: EDAD, CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DEL BACOCO ANISOTREMUS INTERRUPTUS (GILL, 1863) (CLASE OSTEICHTHYES, ORDEN PERCIFORMES, FAMILIA HAEMULIDAE) DEL LITORAL DE COLIMA, MEXICO. consideramos que ha quedado debidamente concluído, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de exámenes de tesis y profesional respectivos.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Las Agujas, Zapopan, Jal., a 4 de Julio de 2000.


EL DIRECTOR DE TESIS

DRA. ELAINE ESPINO BARR.
NOMBRE Y FIRMA

EL ASESOR


NOMBRE Y FIRMA

SINODALES

1. Dr. Eduardo Bios Jara Titular
NOMBRE COMPLETO


FIRMA

2. M.C. Eduardo Juárez Carrillo Titular
NOMBRE COMPLETO


FIRMA

3. M.C. Martín Pérez Peña Titular
NOMBRE COMPLETO


FIRMA

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a la Universidad de Guadalajara por darme la oportunidad de superarme y al Instituto nacional de la Pesca por medio del CRIP-MANZANILLO por haberme permitido demostrar mis conocimientos y capacidad, así como su apoyo económico para la realización de este trabajo.

Deseo expresar un especial reconocimiento a todas las personas que incondicionalmente me dieron su apoyo constante a lo largo de estos años para llevar acabo este trabajo, siendo estas personas personal del CRIP-Manzanillo: M. en C. Alfredo González Becerril (Director del CRIP), M. en C. Rene Macias Zamora (Subdirector), LARM. Enrique Trejo Orendain (Administrador), Dr. Rene Márquez Millán, Ocean. Miguel A. Carrasco Aguila, M. en C. Ma. del Carmen Jiménez Quiroz, M. en C. Marcos Puente Gómez, M. en C. Fernando Ascencio Borondon, M. en C. Esther G. Cabral Solís, M. en C. Ana Luisa Vidaurri Sotelo, M. en C. Heriberto Santana Hernández., Dr. Rafael Vélez Marín, M. en C. David Mendizábal y Oriza, Lic. en Informática J. Javier Valdez Flores, Tec Pesquero Andrés Castillo Cervantes, Tec. Pesquero José Fajardo, Tec. Astrid G. Sánchez Aranda, LARM. Ofelia Miranda Carrillo y a soledad Pérez Talamantes.

Al proyecto de escama ribereña que de una u otra forma brindaron su apoyo para la realización de este trabajo, en especial a M. en C. Mirna Cruz

Romero, gracias por todos sus valiosos consejos para enriquecer este trabajo, Ing. Pesq. Arturo García Boa, quien incondicionalmente esta allí y a la Dr. Elaine Espino Barr, directora de tesis de este trabajo, persona de gran talento, paciencia férrea, gracias por su enseñanzas y apoyo desinteresado, por lo tanto, en sentido alguno es responsable de mi formación en esta parte final, también deseo manifestar un gran respeto y admiración que dando en deuda por todo estos detalles.

Igualmente al proyecto de gestión ambiental estando a su cargo el M. en C. Arturo F. Arano Castañon por haberme permitido colaborar en sus proyectos, M. en C. Rosa María Guzmán Barrera, por su amistad y comprensión en esos momentos difíciles.

Un especial reconocimiento al Dr. Manuel Gallardo Cabello por sus observaciones, correcciones y en la búsqueda de una mayor objetividad en este manuscrito.

Antes de terminar agradecer a mis sinodales, Dr. Eduardo Ríos Jara, M. en C. Eduardo Juárez Carrillo y M. en C. Martín Pérez Peña por sus observaciones y correcciones para mejorar significativamente este trabajo.

Solo me resta manifestar mil gracias por todo su apoyo.

DEDICATORIA

Para mis padres por haberme hecho el regalo más grande: su comprensión y apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

INDICE

1.- RESÚMEN	vi
2.- INTRODUCCIÓN	1
3.- ANTECEDENTES.	6
3.1.- Taxonomía.	15
4.- AREA DE ESTUDIO.	18
5.- JUSTIFICACION	22
6.- HIPOTESIS	23
7.- OBJETIVOS	24
8.- MATERIAL Y METODOS.	25
8.1.- Toma y análisis de las muestras	25
8.2.- Relación peso-longitud y valores mensuales del factor de condición	26
8.3.- Escamas	28
8.3.1.- Preparación de las escamas	28
8.3.2.- Método de lectura	28
8.3.3. - Validación de los anillos de crecimiento y relación edad- longitud	31
8.4.- Crecimiento.	33
8.4.1.- En longitud	33
8.4.2.- En peso	36
8.5.- Longevidad	36
8.6.- Mortalidad.	37
8.6.1.- Total	37
8.6.2.- Natural	37
9.- RESULTADOS	38
9.1.- Toma y análisis de las muestras.	38
9.2.- Relación peso-longitud y valores mensuales del factor de condición	41
9.3.- Escamas.	43
9.3.1.- Relación entre el radio total de la escama y longitud estándar del pez	43
9.3.2.- Validación de los anillos de crecimiento y relación edad- longitud	45

9.4.- Crecimiento	53
9.4.1.- En longitud	53
9.4.2.- En peso	56
9.5.- Longevidad	58
9.6.- Mortalidad	58
9.6.1.- Total	58
9.6.2.- Natural	59
10 DISCUSION	60
11 CONCLUSIONES	65
12 RECOMENDACIONES	67
13 LITERATURA CITADA	68
14 ANEXO	74

RESUMEN

Se analizaron datos de 281 individuos de la especie *Anisotremus interruptus*, (Gill, 1863) llamada comúnmente bacoco, de la familia Haemulidae. Se obtuvieron los datos de la captura comercial ribereña de la costa de Colima, se calcularon parámetros biológicos de crecimiento y se determinaron la composición de edades en dicha captura.

La ecuación que describe la relación entre la morfología del pez es $P = 0.046 * LS^{2.958}$, con un índice de correlación de $r = 0.954$. La pendiente de esta relación determinó que el crecimiento es de tipo isométrico. El modelo de von Bertalanffy dio como resultados: talla teórica a la edad infinita (L_{∞})= 50.59 cm, peso teórico a la edad infinita (W_{∞})= 5051.04 g, coeficiente catabólico (k)= 0.147, edad teórica a la longitud cero (t_0)= -0.916, edad límite o longevidad ($A_{0.95}$)= 19.46 años. El mayor incremento del valor del factor de condición se presenta durante los meses de febrero y septiembre. El coeficiente de mortalidad total (Z)= 0.53. y el índice de mortalidad natural (M)= 1.11.

2.- INTRODUCCION

El estudio o conocimiento adecuado de la estructura y los cambios de las poblaciones que integran los recursos explotables, son objetivo fundamental y de interés de cualquier industria pesquera. Para ello la administración de los recursos pesqueros es un factor indispensable para poder hacer uso racional y responsable de los mismos (Ricker, 1977), siendo necesario conocer y manipular los niveles de abundancia de la población capturable (o stock) y las tasas explotación que se ejerce sobre ellas (Ehrhardt, 1981). Lo anterior debe apoyarse en bases sólidas de dinámica poblacional y en específico en cálculos de crecimiento y composición de la población por edades.

La dinámica de las poblaciones se define como aquella parte de la biología pesquera que estudia a una población como una unidad viviente o como un sistema funcional (Ehrhardt, 1981). Se puede considerar que una de las principales metas en los estudios de dinámica poblacional, es la predicción del rendimiento (Dempster, 1975), para lo cual es necesario el análisis de diversos parámetros poblacionales. Los niveles de rendimiento de una población capturable están sujetos principalmente a dos mecanismos de incremento de la población: aumento del número de organismos por reproducción e incremento del peso de cada individuo por crecimiento (Espino-Barr, 1996).

A diferencia de las pesquerías industriales a gran escala, que sustraen grandes volúmenes de captura de fácil acceso a su estudio, las pesquerías artesanales carecen de una infraestructura adecuada, lo que las hace muy variables, dificultando su estudio y se caracterizan por: a) tipo de embarcaciones de una capacidad y autonomía limitadas que suelen utilizar diversos artes de pesca, b) la extracción de múltiples especies en diversas áreas, c) parte de la captura se utiliza en el autoconsumo y d) la variabilidad del esfuerzo no depende únicamente de la abundancia del recurso, sino también de factores sociales y económicos (Ramírez-Rodríguez, 1987a). En este sentido Panayotou (1983), menciona que no existe una definición general de las pesquerías denominadas artesanales o en pequeña escala.

Algunas listas acerca de la ictiofauna en la zona del Pacífico Centro indican una gran diversidad:

- Cruz-Romero *et al.* (1989) identificaron 112 especies de peces que se captura comercialmente por la flota ribereña del litoral de Colima.
- Pérez-Vivar (1995) cita un total de 203 especies de peces en la zona rocosa del litoral de Colima.
- Madrid (1998) registró 125 especies de peces en ambientes coralinos en las Bahías de Manzanillo, Santiago y Ceniceros, Colima.
- Aguilar-Palomino *et al.* (1996) enlistaron 140 especies de peces en una serie de muestreos por arrastre en fondos blandos en la plataforma continental frente a Jalisco y Colima. Rojo-Vázquez (1997) realiza un estudio

de selectividad y eficiencia de redes de enmalle en la Bahía Navidad, Jal., reporta 75 especies en la cual 4 especies son las que mayormente están representadas en peso y número de individuos, 2 de estas especies son de la familia Haemulidae.

Con lo anterior se puede deducir que la zona es rica en número de especies de peces, por ello en la captura presentan numerosas especies que cohabitan las zonas donde se pesca. Estas diversidades van de 5 especies hasta más de 15 por viaje de pesca. A lo largo del año hay fuertes variaciones según la época del año (Cruz-Romero, *et al.* 1995).

En el litoral del estado de Colima, se han detectado catorce especies de la familia Haemulidae, de las cuales el bacoco *Anisotremus interruptus* (Gill, 1863) es la especie de mayor importancia comercial (Fig. 1), generalmente son extraídas con redes de enmalle y línea de mano (Cruz-Romero *et al.*, 1993). Estos autores mencionan que la familia Haemulidae, junto con otras cinco familias, integran el grueso de los volúmenes de captura en la zona, basados en la información de 8 años, proveniente de los Avisos de Arribo 1980-1987 de la Delegación Federal de Pesca en la entidad.

En la producción pesquera, la familia Haemulidae ocupa el segundo lugar en volumen de captura de la pesca ribereña de Colima, con una proporción promedio de 19% (Cruz-Romero *et al.*, *op. cit.*), y el bacoco es el más abundante de su familia. En un análisis de abundancia en peso, se le

encontró en el 30° lugar de las 100 especies más comunes, durante los años de 1980 a 1997.

Las especies de la familia Haemulidae son peces de forma comprimida y cuerpo oblongo conocidos comúnmente como rancos, burros y mojarrones. Son habitantes de zonas marinas que se distribuyen en aguas tropicales y subtropicales, desde el Norte de Baja California hasta el Norte de Perú (Chirichigno *et al.*, 1982).

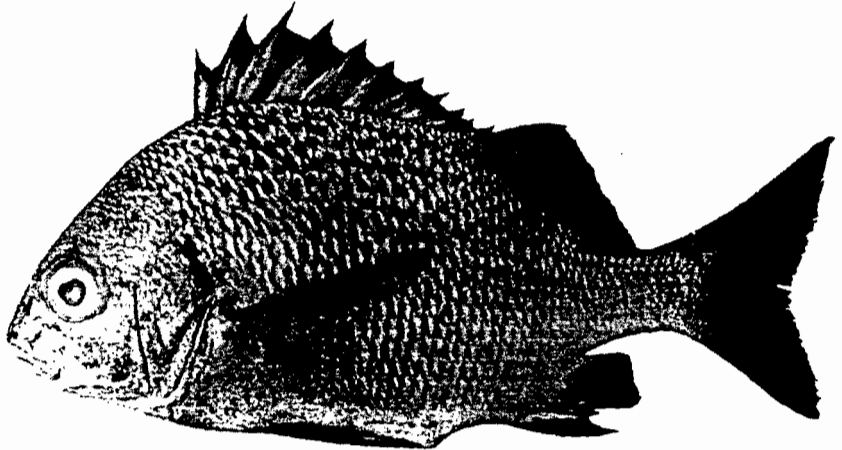


Fig. 1.- Fotografía del bacoco *Anisotremus interruptus* (Gill, 1863).

La importancia del bacoco *A. interruptus* reside tanto en su incidencia en la captura de pesca artesanal, como en los beneficios económicos que reeditúa al pescador. Al momento de su comercialización, este recurso es considerado de "segunda clase" (término utilizado por los pescadores para su

venta comercial, siendo los de primera clase aquellos organismo que tienen una mayor demanda en el mercado debido a su calidad, presentación o cultura alimenticia, que a su vez alcanzan un mayor precio). De esta manera, las especies de segunda clase, tiene gran aceptación en el mercado local por su bajo precio, y en el caso del bacoco, por su carne blanca. Otras categorías son los de tercera clase y basura, que tienen precios muy bajo y llegan a usarse de carnada.

La importancia de determinar la edad de esta especie, es que provee información sobre la longevidad que puede alcanzar el pez, la edad de primera madurez gonádica y la edad de reclutamiento a la pesquería (Summerfelt y Hall, 1987).

Los estudios referentes al crecimiento, la mortalidad y estimación de reclutamiento son tres índices imprescindibles en biología pesquera y constituyen un aspecto básico para el aprovechamiento y manejo de la población sujeta a la pesca (Ehrhardt, 1981); el primero es la magnitud en que se desarrollan los individuos en una población, el segundo la disminución y el tercero es el punto de partida para la dinámica de estos parámetros.

3.- ANTECEDENTES

Para la familia Haemulidae, se han realizado pocos estudios en el campo de la biología, la mayoría de los trabajos abordan aspectos generales como la presencia y el comportamiento de algunas de sus especies. Castro-Aguirre (1978) menciona que ciertas especies de esta familia penetran en cuerpos de aguas continentales, aunque son de hábitats rocosos y de arrecifes. Con cierta frecuencia son capturados en los arrastres camaroneros. Van der Heiden (1985) señaló que se han reportado alrededor de unas 25 especies de la familia Haemulidae en el Golfo de California, de las cuales 10 aparecen en los arrastres camaroneros.

Entre otros trabajos realizados en el Golfo de California se encuentran el de Ramírez-Rodríguez (1987a) que menciona la abundancia relativa de peces demersales, reportando 62 especies de 56 géneros pertenecientes a 42 familias, dos especies de hemúlidos. Ramírez-Rodríguez y Rodríguez (1990) realizaron un estudio de la captura artesanal de los peces en Isla Cerralvo, B. C. S., donde identificaron 45 especies pertenecientes a 19 familias y 32 géneros. La familia Haemulidae se encontró representada por dos géneros y dos especies que junto con otras 17 especies representan menos del 1% de la captura. Chávez-Ramos *et al.* (1994) hicieron una revisión de la ictiofauna marina de Baja California Sur desde la perspectiva de un trabajo museológico.

Mencionan que para la familia Haemulidae en la Bahía Concepción hay 10 especies, para la Bahía Magdalena 8 especies, Laguna San Ignacio 2 especies y para aguas adyacentes 12 especies.

Saucedo y Ramírez (1994) realizaron un trabajo sobre los peces de importancia comercial al Sur del Estado de Sinaloa, identificando 27 familias, 46 géneros y 61 especies, donde 3 especies son pertenecientes a la familia Haemulidae, que en conjunto con 43 más, representan menos del 9 % de la captura comercial.

Cruz-Romero *et al.* (1989b) realizaron un análisis estadístico de la captura y esfuerzo de la pesquería ribereña en el litoral de Colima, en él se estimó que las especies de hemúlidos conforman el 19% de la captura comercial en el litoral de Colima.

En el cuadro 1 se enlistan los nombres comunes y científicos de las especies de la familia Haemulidae que se capturan comercialmente en la costa de Colima.

Hobson (1968) llevó a cabo estudios sobre el comportamiento depredador de algunos hemúlidos en el Golfo de California y menciona que son de hábitos nocturnos y se alimentan de invertebrados bentónicos.

Entre otros estudios realizados para la familia Haemulidae se encuentra el de Konchina (1977) que realizó una revisión con datos biológicos, como talla, peso, edad, hábitos alimenticios y comportamiento, mencionando para la costa del Pacífico Americano, 10 géneros y 24 especies.

Eslava de González (1988) hizo un trabajo sobre la presencia de parasitismo en *Orthopristis ruber*, con estimaciones de la ocurrencia de este isópodo en Isla de Margarita, Venezuela. En la misma zona González (1981) realizó un estudio del régimen alimenticio de esta especie y concluye que su composición es básicamente de los grupos: crustácea, mollusca, polychaeta, osteichthyes y chaetognatha, lo que determina a este pez como carnívoro.

Cuadro 1.- Especies de la familia Haemulidae (también conocida como Pomadasyidae) que se identifican en la captura comercial (Cruz-Romero et al., 1993).

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
SALMONETE	<i>Xenichthys xanti</i>
BURRO	<i>Anisotremus dovii</i>
RONCO	<i>Anisotremus sp.</i>
BACOCO	<i>Anisotremus interruptus</i>
GUZGA	<i>Haemulon sexfasciatum</i>
RONCO	<i>Haemuilon sp.</i>
RONCO CHANO, SARANGOLA, CHANITA o MARANGUANA	<i>Haemulon flaviguattatum (Lythrulon)</i>
RONCO RAYADO	<i>Orthopristis reddingi</i>
BURRITO	<i>Orthopristis chalceus</i>
RASPOSA	<i>Haemulon maculicauda (Orthostoeceus)</i>
SOLITARIO	<i>Pomadasys bayanus</i>
RONCO NEGRO, BURRO	<i>Pomadasys leuciscus</i>
RONCO	<i>Pomadasys sp.</i>

Estrada (1986) estudió los hábitos alimenticios de 13 especies del género *Haemulon* en la región de Santa Marta, Colombia, y menciona que varía el hábito alimentario de juveniles a adultos. En los primeros, dicho hábito está constituido por pequeños organismos planctónicos y su alimentación se realiza durante el día. La única especie que difirió de este patrón fue *Haemulon chrysargyreum*. Todos los adultos se alimentan de invertebrados bentónicos y su actividad es nocturna. En su sinopsis biológica para tres especies de hemúlidos de la zona del Caribe y Golfo de México, Darcy (1983a y b) hace mención de los parámetros biológicos, aspectos taxonómicos, explotación y medidas regulatorias para su captura.

Dentro del Golfo de México hay otros estudios realizados por Diaz-Ruiz *et al.* (1982), que hace referencia sobre taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de seis especies de Pomadásidos (ahora Haemulidae) en la laguna de Términos, Campeche.

Cruz-Romero *et al.* (1990) efectuaron un análisis de rendimiento máximo sostenible (RMS) de la captura ribereña considerando seis familias ícticas de mayor importancia, haciendo análisis de manera global (con todas las especies) y de manera particular (por familias), encontrando que los hemúlidos están en los niveles de captura por debajo de su RMS, utilizando para este análisis los métodos globales de Schaefer y Fox.

Existen estudios realizados en peces para cuantificar su crecimiento, indican que la expresión matemática más utilizada es la desarrollada por von

Bertalanffy en 1938 (Csirke, 1989), la cual describe el proceso biológico de manera numérica, con el mejor ajuste a los datos observados. Otra ventaja de este modelo es que permite la conversión de los valores de longitud a edad del individuo y viceversa. Se requieren los cálculos de tres parámetros: longitud a la edad infinita L_{∞} , que expresa la longitud promedio máxima que alcanzarían los peces más longevos; "k" o parámetro de la curvatura, que determina la rapidez con la que el pez alcanza la L_{∞} ; el tercer parámetro, t_0 , se refiere a la condición inicial o parámetro de ajuste, que proporciona el punto teórico o edad relativa en que el pez tiene 0 longitud (Sparre y Venema, 1995).

Los métodos para cuantificar la edad y velocidad del crecimiento de los peces pueden agruparse en directos e indirectos:

Los métodos directos utilizan partes duras para estimar la edad de los organismos y pueden realizarse sobre escamas, otolitos, vértebras, espinas y huesos urohiales (Casselman, 1983), mediante la cuenta de marcas o anillos que se forman en estas estructuras debido a cambios en la tasa de crecimiento a lo largo del año. En las regiones templadas, el factor ambiental (temperatura) es muy marcado e incide sobre el crecimiento de los peces, ocasionando la formación de marcas o anillos en un momento dado, a diferencia de los peces tropicales, donde la marca puede deberse a variaciones de factores tan diversos como de tipo reproductivo, migración, cambios metabólicos entre otros y el periodo de la marca se extiende a varios meses. Según Manooch (1987), dichas marcas no parecen tener relación con la temperatura en particular, como

sucedería en latitudes templadas, por lo que es necesario validar y evaluar dicho carácter periódico.

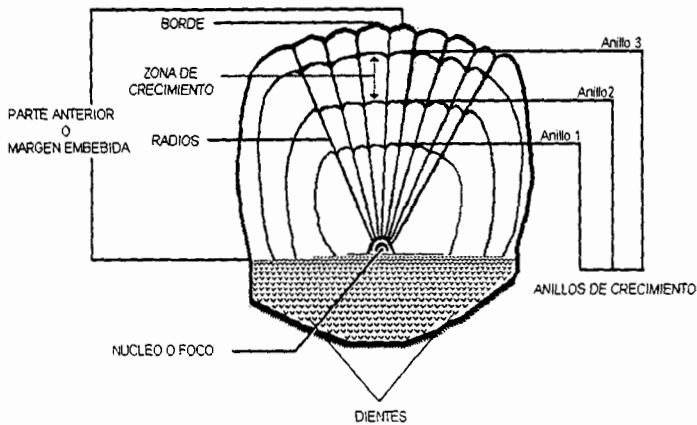


Fig. 2.- Diagrama de una escama ctenoidea y las partes que la componen.

Las escamas se forman cuando el pez recién eclosionado completa sus estadios larvales y rápidamente cubren el cuerpo a manera de abrigo protector. El crecimiento de la escama inicia en el centro o foco y avanza hacia afuera de la escama y se observa un aparente desplazamiento del foco hacia el margen posterior (Fig. 2).

La parte anterior o margen embebida en la dermis crece con más rapidez. Alrededor del foco se van agregando delgados bordes llamados *circuli*, en un patrón circular rodeando al foco. Anualmente se agrega un número elevado de *circuli*, que se forman diariamente, conforme el crecimiento que presenta el pez. Con un patrón anual, la fijación del *annulus* o anillo de

crecimiento varía, en ocasiones se detiene el crecimiento en cierta época del año pero a su vez sigue agregándose el material de la escama con una tasa menor de depósito y da como resultado la aparición de una franja gruesa, oscura o clara según la forma en que incide la luz en el objeto, hasta que se reinicia el crecimiento normal. El crecimiento de la escama se considera proporcional al tamaño del pez. Dada su proporcionalidad, se pueden utilizar métodos de retrocálculo en la determinación de edades anteriores, siempre y cuando se demuestre la validez de dicha relación entre la escama y el tamaño del pez.

Con respecto a los estudios sobre edad y crecimiento de esta familia, Ruiz-Durá *et al.* (1970) elaboraron un catálogo de lectura de escamas de algunas especies de peces de fauna acompañante de arrastres camaroneros en el Golfo de California. Dentro de este catálogo se describen escamas de tres especies de la familia Haemulidae, las cuales son medianas y típicamente ctenoides.

Eslava de González (1991) realizó la comparación del uso de escama y cleitra para estudios de edad y crecimiento de *Haemulon steindachneri* en la Isla de Margarita, Venezuela. Menciona que la determinación de los grupos de edad en escamas y cleitra guardaron similitud, mostrando el cleitrum menor grado de dificultad que la escama en la identificación y medición de los anillos. Este autor tres grupos de edad para ambas estructuras, cuyas longitudes a edades pretéritas calculadas no presentaron diferencia significativa.

Los métodos indirectos se basan en considerar la longitud del pez como una función de la edad; por tanto, a partir de la talla puede inferirse la edad (Csirke, 1989). Con estos métodos se analizan datos de distribución de frecuencia de tallas, teniendo en consideración que las muestras sean representativas de la población, es decir, que todas las tallas estén representadas. Además es preferible contar con una serie cronológica para este estudio (Gayanilo *et al.*, 1993). Los métodos por frecuencias de tallas se basan en que todos los peces de la misma talla tienden a crecer a la misma velocidad o distribuirse dentro de un determinado intervalo de tasa de crecimiento k . Cabe señalar que se tiene que tener un cuidado especial en los peces longevos o peces que han alcanzado edades avanzadas, en donde la velocidad del crecimiento va disminuyendo y las modas de los datos de frecuencia de tallas de las diferentes edades tienden a traslaparse, dando como resultado una edad errónea o subestimada. Para minimizar este error se recomienda comparar dos o más métodos (Beamish y McFarlane, 1987).

El estudio del crecimiento y la validación de sus parámetros ha sido muy discutido, dado a la infinidad de factores posibles que pueden afectar el resultado del estudio, como: latitud, profundidad, hábitat, presión por territorio, factores ambientales, modifican la presencia - ausencia de organismos, provocando en las evaluaciones cambios inversamente proporcionales en la relación índice crecimiento " k " vs longitud asintótica " L_{∞} " (Pauly y David, 1980, Pauly, 1991).

Cruz-Romero *et al.* (1993) estudiaron el crecimiento de 5 especies de la familia Haemulidae a través del método indirecto de frecuencia de tallas. Los resultados para la especie *A. interruptus* fueron: $k = 0.13$, $L_{\infty} = 48.2\text{cm}$. La talla promedio que encontraron fue de 28.8cm con un peso de 1,005g.

Existe una gran cantidad de trabajos que hacen mención sobre la importancia de realizar los cálculos de validación de lecturas, de cada método de determinación de edad de los organismos, para tener mayor confiabilidad en los valores de los parámetros de crecimiento obtenidos (Joseph, 1962; Heald y Griffiths, 1967; Beamish y McFarlane; Casselman, 1983).

Para determinar si las marcas consideradas son reflejo de las variaciones periódicas en la velocidad de crecimiento de los organismos, es importante comparar los resultados obtenidos en diferentes métodos; lecturas de anillos crecimiento en partes duras del pez (otolitos, vértebras, escama, etc.); análisis de frecuencia de tallas; pruebas de marcado y recaptura o bien organismos estudiados en cautiverio para medir directamente el crecimiento. O bien, el mismo método pero con diferentes análisis.

La importancia de estudiar edad y el crecimiento de una especie es conocer parámetros que conforman una parte importante de su ciclo de vida, en base al método de von Bertalanffy. El estudio de estos parámetros permiten realizar los cálculos de los otros factores como mortalidad, sobrevivencia, que conllevaran a la evaluación de las poblaciones sujetas a explotación y plantear medidas para su administración para un uso racional del recurso.

3.1.- TAXONOMIA

El bacoco *Anisotremus interruptus*, se agrupa en pequeños cardúmenes y viven asociados a zonas rocosas durante el día. Es un depredador nocturno y se alimenta de anémonas, anélidos, moluscos, crustáceos y pequeños peces (Hobson, 1968). Darcy (1983 a y b) hace mención de la sistemática y distribución de la familia Haemulidae. En una revisión de la familia, Konchina (1976) enlistó varias familias previamente reconocidas como Gaterinidae, Pomadasyidae, Prisinpomidae, Plectorhinchidae y Xenichthyidae, y que ahora se encuentran incluidas dentro de la familia Haemulidae. Aunque el reciente nombre ha favorecido a la familia Pomadasyidae, el nombre Haemulidae es el más antiguo en uso y según Robins *et al.* (citado en Darcy, 1983a y b), es el que debe ser aplicado. De acuerdo al criterio antes mencionado, se ha optado por utilizar Haemulidae y se encuentra en la escala taxonómica de la siguiente manera:

Phylum Chordata

Clase Osteichthyes

Super Orden Acanthopterygii

Orden Perciformes

Suborden Percoidei

Familia Haemulidae

La familia Haemulidae está formada por peces de distribución circuntropical, contiene alrededor de 17 a 18 géneros y aproximadamente 120 especies. Para el Pacífico Este tropical hay un total de 29 especies y 9 géneros (Fischer *et al.*, 1995).

Las especies de esta familia presentan una apariencia similar al de la familia Lutjanidae, aunque sin dientes caninos y vomerianos. Los dientes son generalmente cónicos, dispuestos en una banda estrecha en cada mandíbula. Tiene una aleta dorsal sencilla excepto en los géneros *Xenistius* y *Xenichthys*, que presentan la aleta dorsal dividida casi totalmente en dos, con un número de espinas dorsales fuertes de IX a XV y 12 a 26 radios blandos; aleta anal con III espinas, la segunda a menudo más larga y fuerte que la tercera; escamas generalmente ctenoides de tamaño pequeño a moderado.

El nombre común en inglés "grunts" para estos peces, es derivado del sonido que emiten cuando se extraen de su medio natural, y es el resultado de el rechinar los dientes faríngeos de arriba y abajo (Allen *et al.*, 1994).

Diagnosís del género *Anisotremus*

Anisotremus interruptus (Gill, 1863).

Cuerpo alto y comprimido, cabeza alta, de perfil empinado, boca pequeña, terminal, con labios gruesos, mentón con 4 poros, los 2 posteriores en forma de fisuras y alojados en una foseta profunda; número total de branquiespinas en el primer arco branquial 25. Aleta dorsal con XII a XIII espinas y 16 a 17 radios blandos; aleta anal con III espinas y 8 ó 9 radios

blandos, 46 a 50 escamas perforadas por un poro en la línea lateral; 7 hileras de escamas en una línea oblicua entre el origen de la aleta dorsal y la línea lateral. Color: cuerpo verde-plateado, talla máxima 46cm. Se distribuye desde Baja California hasta Perú, incluyendo las islas Galápagos.



BIBLIOTECA CENTRAL

4.- AREA DE ESTUDIO.

La zona de estudio abarca la costa de el estado mexicano de Colima, colinda al norte, noroeste y noreste con el estado de Jalisco, al sureste con el estado de Michoacán; sus coordenadas extremas comprenden $18^{\circ}41'01''$ - $19^{\circ}30'45''$ de latitud Norte y $103^{\circ}29'10''$ - $104^{\circ}41'04''$ de longitud Oeste (INEGI,1995) (Fig. 3).

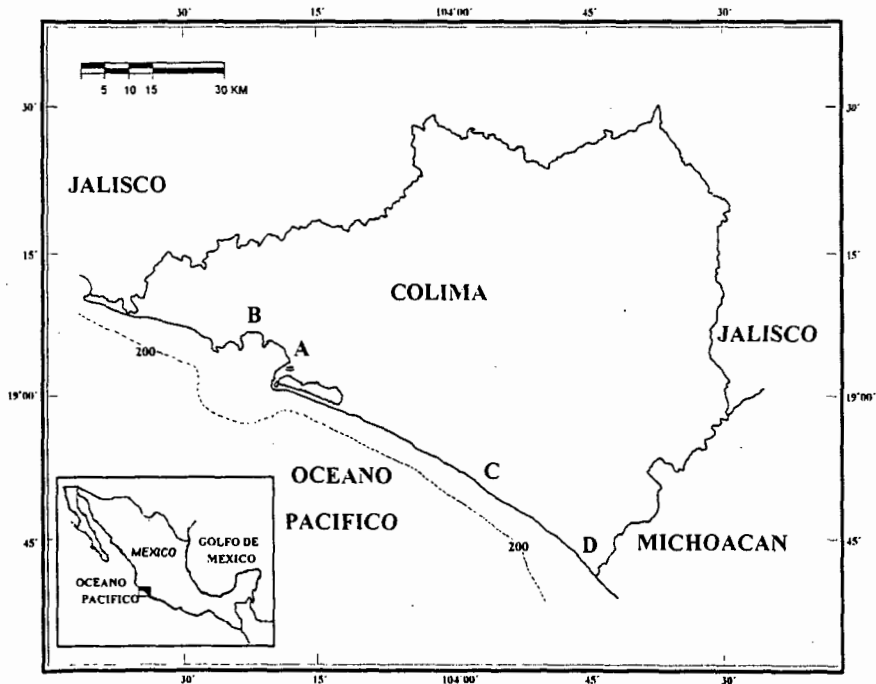


Fig. 3.- Mapa del Estado de Colima, isobata de 200 brazas. Zonas de recolecta: A) Playita de Enmedio, B) Boquita de Miramar, C) Boca de Pascuales y D) Boca de Apiza.

El estado de Colima se encuentra en la zona tropical y el tipo climático para esta entidad es AW, cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 26.6°C; el clima es isotermal, ya que la oscilación entre el más cálido y el más frío es inferior a 5°C y la precipitación total anual de 1051.9 mm (INEGI, *op. cit.*).

Los vientos dominantes que se presentan con una dirección Oeste-Noroeste, se observan en la temporada de secas de noviembre a mayo. Los vientos con dirección Este-Sureste suceden durante la época de lluvias que van de julio a octubre. Como resultado de estos procesos climáticos, el número de días despejados es en promedio de 137 al año, siendo el promedio de días nublados de 116 (Estación Meteorológica de Manzanillo, 1980-1990).

El tipo de vegetación que se encuentra a lo largo del litoral de Colima es selva baja espinosa, distribuida en la llanura costera con laguna costera a los 20 msnm, selva baja espinosa secundaria, pastizal inducido, manglar, palmar y dunas costeras (INEGI, 1981).

La temperatura superficial del mar (TSM) reportada en los boletines mensuales de la NOAA de 1983 a 1987, presentó una media de 27.1°C, con intervalos que van de 24 a 30°C (NOAA, 1983 - 1987).

El litoral de Colima es influenciado predominantemente por vientos alisios que originan dos corrientes Ecuatoriales; Sur y Norte en dirección Oeste a una velocidad de 25 a 30 cm/seg y de 50 a 60 cm/seg respectivamente, (Riley y Chester, 1989). Como comúnmente pasa en el Pacífico Centro, la

plataforma continental del litoral de Colima está limitada por la isobata de 200 brazas, al Norte se encuentra cerca de los 9 km de la costa, y hacia a Sur a 24 km, con una superficie de 1,340 km², estimada por Macías *et al.* (1985), y posee una extensión aproximada de 157 km, que está caracterizada por sucesión de costa rocosa y abruptas y las áreas de influencias de los ríos. Dentro de las Bahías existe un gran número de bajos o caladeros (24 registrados por Macías *et al.*, op. cit.).

Bajos, caladeros o cascaderas son términos que se refieren a las irregularidades presentes en el fondo marino, que son en realidad elevaciones o montículos de piedra. Estos bajos son utilizados por los pescadores ribereños para capturar la mayor parte de su producto de especies de escama, ya que por la protección que ofrecen estas zonas rocosas son lugares donde se agregan las especies demersales.

Las artes de pesca utilizadas son elaboradas y operadas de acuerdo al tipo de fondo: en las bahías, donde se encuentran más bajos, se pesca con línea de mano o cuerda (34% de los viajes). Frente a las playas, donde el fondo es más uniforme, se pesca con red agallera (40% de los viajes) o chinchorro playero (10%). Algunos pescadores han comenzado a utilizar el palangre escamero aproximadamente en el 18% de los viajes (Cruz-Romero *et al.*, 1992).

Los pescadores ribereños se han organizados en cooperativas, uniones para tener una representación legal, sin embargo existen pescadores furtivos

(libres) que no reportan sus capturas, a veces se unen con un permisionario para comercializar su producto.

5.- JUSTIFICACION

Se ha observado que el bacoco es una especie comercialmente importante en la zona, tanto por su volumen de captura, como por su aceptación en el mercado.

Dada la escasez de información y la importancia que tiene el conocimiento biológico, se plantea en este trabajo estimar el parámetro de crecimiento y mortalidad del bacoco *Anisotremus interruptus*, utilizando para el método directo y con base en el modelo de von Bertalanffy. Con el conocimiento generado en este trabajo y los resultado obtenidos por Cruz-Romero *et al.* 1993, por el método indirecto de frecuencia de tallas se integrará la información que aportará elementos para evaluar la dinámica de la población, que posteriormente permitirán definir medidas en conjunto, para el adecuado manejo racional del recurso.-

6.- HIPOTESIS

Las marcas conocidas como *annuli* que se observan en las escamas del bacoco *Anisotremus interruptus* se forman cíclicamente y con periodicidad anual y sirven para determinar la edad, calcular el crecimiento y la mortalidad total y natural.



BIBLIOTECA CENTRAL

7.- OBJETIVO GENERAL

- A través de la lectura de escamas y el análisis de los datos biométricos, calcular los parámetros de la ecuación de crecimiento según el modelo de von Bertalanffy, para el bacoco *Anisotremus interruptus* (Gill, 1863), en la costa de Colima, México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Detectar las marcas de crecimiento periódicas en escamas del bacoco *Anisotremus interruptus* (Gill, 1863).
- Validar la formación de las marcas en las escamas.
- Elaborar la clave edad-talla y calcular la ecuación de crecimiento aplicando el método de von Bertalanffy.
- Calcular la longevidad por medio del método de Taylor (1960).
- Determinar la mortalidad total por medio de la curva de captura.
- Obtener la mortalidad natural a través del método de Taylor (1960).

8.- MATERIAL Y METODOS

8.1- Toma y análisis de las muestras.

El presente trabajo se elaboró a partir de datos de campo obtenidos en los muestreos mensuales de la captura comercial de 1983-1987 en el litoral de Colima, recabados por el personal del proyecto Escama Ribereña del Centro Regional de Investigación Pesquera en Manzanillo (CRIP-Manzanillo), dependiente del Instituto Nacional de la Pesca.

La recolección de datos y muestras se llevaron a cabo en las 4 zonas de descarga más importantes de la costa, donde los pescadores desembarcan su producto. Los lugares visitados para obtener la información y las muestras son: Playita de Enmedio (A), Boquita de Miramar (B), Boca de Pascuales (C) y Boca de Apiza (D) señalados en la Figura 3.

El muestreo se realizó 2 días por semana en los lugares cercanos a Manzanillo y 2 días al mes en los más lejanos. Durante la estancia en los lugares de acopio, se obtuvo la mayor cantidad de datos posible, siempre respetando la actividad de la comercialización y tratando de evaluar la captura por unidad de viaje.

Los datos obtenidos durante el muestreo para cada embarcación se vaciaron en un formato diseñado expofeso (Anexo I), donde se anotan los

datos de la embarcación, fecha y lugar de captura. Asimismo, a cada organismo se le tomaron datos de la longitud total (Lt) y longitud estándar (Ls) con un ictiómetro graduado en milímetros. Cada organismo se pesó con una báscula de reloj con capacidad de 30 kg (escala de 10 g), para estimar el peso total. Cuando se tuvo oportunidad, se anotó sexo y grado de madurez gonádica.

De cada individuo se colectaron más de 10 escamas de la zona posterior de la aleta pectoral izquierda, por debajo de la línea lateral (Ehrhardt, 1981; Holden y Raitt, 1975; Ruiz-Durá *et al.*, 1970), y se guardaron en un sobre de papel seco y etiquetado con los datos de colecta.

8.2-Relación peso-longitud y valores mensuales de Factor de condición.

Con los resultados de las longitudes y peso de todos los organismos de bacoco tomados durante el muestreo, se realizaron análisis de regresión peso vs longitud estándar anual.

Para explicar esta relación se utilizó el modelo de relación potencial que se expresa matemáticamente de la forma:

$$P = a^* Ls^b$$

donde:

P = peso total de cada organismo (g),

Ls= longitud estándar de cada organismo (cm),

a = ordenada al origen de la ecuación o factor de condición, y

b = pendiente de la ecuación o factor alométrico

Esta relación tiene especial importancia puesto que indica si el crecimiento es isométrico o alométrico a lo largo de la vida del pez y es la base para calcular el crecimiento en peso (Ricker, 1992; Safran, 1992). Por isométrico se entiende que la especie cambia su forma de manera proporcional a su peso según cambie de talla o viceversa.

Para determinar que la relación entre el peso y la talla del organismo corresponde a un organismo que crece isométricamente a lo largo de su vida, se realizó un análisis del exponente "b" de dicha relación peso-talla, para probar que no es significativamente diferente de 3 (exponente de un volumen cúbico) para lo cual se realizó una prueba de hipótesis, con el estadístico "t" student (Mendenhall, 1987, Daniel, 1991).

$$t = \frac{B_1 - B_{10}}{S} \cdot \sqrt{SC_x}$$

donde:

B_1 = cambio promedio en y por cada unidad de cambio x

B_{10} = 3

S = medida de dispersión de los valores alrededor de la línea

SC_x = suma de cuadrados de la variable x

Para calcular el factor de condición "a" para cada individuo en la relación peso-talla se fijó el factor alométrico (Cassie, 1957), después se calculó un

promedio mensual, manteniendo como constante la pendiente "b" obtenida para todo el año. Este análisis expresa los posibles cambios ocurridos en la condición física de los organismos de manera indirecta, sin la medición de los factores intrínsecos de los organismos.

8.3- Escamas.

8.3.1.- Preparación de las escamas.

Siguiendo el método descrito por Holden y Raitt (1975), se procedió a preparar las escamas obtenidas de cada organismo, para su posterior estudio.

Limpieza.- En el laboratorio se lavaron las escamas, para dejarlas limpias de grasa y de tejido adherido. Para ello se remojaron en una solución jabonosa por una hora, después se procedió a tallarlas con la ayuda de un cepillo para limpiarlas de toda impureza, finalmente se enjuagaron y secaron.

Almacenamiento.- Se montaron entre dos portaobjetos (alrededor 6 a 10 escamas) sellándolas con cinta adhesiva y se les colocó una etiqueta con los datos de la colecta (fecha y número de ejemplar).

8.3.2.- Método de lectura

La lectura de escamas montadas se realizó con la ayuda de un microproyector marca Baush & Lomb, con objetivo de 3.2/0.07 (cuyo aumento total es de 15 veces), y un proyector de transparencias marca Kodak Ektagraphic con un lente de 127mm (que da un aumento total de la escama de

13.4 veces). Lo que hacen estos dos aparatos es proyectar la escama a una superficie lisa y blanca, donde se pueden observar fácilmente las líneas de las escamas y determinar si se refiere a un anillo o no. También permite analizar la escama entre varias personas simultáneamente y tomar medidas entre líneas, y del foco a cada anillo y borde. El mayor acercamiento y nitidez se obtuvo con el Microproyector que se utilizó para las escamas de menor tamaño, ya que las de mayor tamaño (cuando las escamas presentaban mayor longitud o radio), no se logró proyectarlas en su totalidad para poder observarlas, lo cual dificultaba su lectura, por lo que se utilizó un proyector de transparencias.

Las marcas consideradas de crecimiento se identificaron en base a los criterios citados por Joseph (1962) que se refieren a:

- Los verdaderos anillos (o *annuli*) se observan alrededor de toda la escama a excepción de la parte posterior (externa) de la escama.
- En las zonas laterales posteriores, donde nace cada anillo, se muestra un doblez o engrosamiento de las líneas.
- En la parte anterior de la escama, el anillo se forma por la agregación de varias líneas en una densidad tal, que no permiten el paso de la luz, por lo que se observa como una franja oscura con luz transmitida (Fig. 2).

Utilizando ambos aparatos se proyectó la escama sobre una superficie blanca y se hicieron mediciones del foco a cada anillo y al borde. De las escamas montadas de cada organismo en los portaobjetos, se eligieron cuatro para las mediciones de la lectura. Esto se realizó por duplicado, entre dos personas que

leyeron independientemente, para evitar sesgos. La lectura de las escamas que no coincidieron en número de líneas o distribución, se volvieron a leer por segunda ocasión por separado. Cuando la lectura de estas escamas discrepó en número de líneas, se sometió a una tercera, realizada esta última por ambos lectores que definieron o rechazaron la muestra. La nueva lectura se anexó a aquella que coincidió con una lectura anterior.

Se realizaron las medidas de los anillos de las escamas leídas y se promediaron, dando un valor para la medida del borde (R_i) y un valor promedio para cada línea consecutiva (R_1, R_2, \dots, R_n) por individuo.

Se gráfico el valor R_i (radio máximo de la escama o borde) vs la longitud estándar de cada individuo, para determinar la relación entre ambas variables. Con el valor de la ordenada al origen "a" obtenido de la relación de ajuste anterior, se procedió a transformar todas las medidas de las lecturas de escamas a centímetro de longitud estándar y los valores retrocalculados de cada individuo a esa clase de edad, siguiendo la ecuación modificada por Lee (citada por Heald y Griffiths, 1967).

$$L_n = \left(\frac{R_n}{R_i} \right) * (L_i - C) + C$$

donde:

R_n = el radio de la escama al anillo "n".

R_i = el radio total de la escama al tiempo de la captura del pez.

L_n = la longitud estándar del pez cuando se formó cada anillo determinado (R_n).

L_t = la longitud estándar del pez cuando se captura.

C = constante de la ordenada al origen de la regresión entre el radio (R) de la escama (en centímetros de la proyección) y la longitud estándar (cm) del pez.

La fórmula de proporcionalidad descrita arriba "transforma" las distancias a cada marca de las escamas a longitud del pez (L_n) a esa "edad".

8.3.3.- Validación de los anillos de crecimiento y relación edad-longitud

Cualquier estructura que se utiliza para la determinación de edad, requiere un análisis de validación, sobre todo si no se cuenta con antecedentes para la estructura de la especie con la cual comparar, ni del área de estudio. Para dar validez a los anillos, como un indicador del crecimiento, se utilizaron algunos criterios sugeridos por Joseph (1962):

a) Análisis del incremento marginal por individuo en el tiempo para determinar la fecha en que se forma la marca de crecimiento que presenta la estructura dura, observando su variación mensual y anual, para establecer la periodicidad de marcado. Se analizó con los valores resultantes del retrocálculo, obteniendo la diferencia entre la última línea R_n y el borde de la escama R , que a su vez se promedió mensualmente, para observar el mes que se presenta un incremento marginal mínimo, el cual corresponde a la época en el año en que recién se formó un anillo.

Asimismo, se compararon los meses y se separaron los organismos con mayor número de años, debido a que los incrementos marginales se vuelven muy pequeños, y se realizó el mismo análisis. También se utilizó el método de Tanaka *et al.*, descrito por Bullock *et al.* (1992) y Davis y West (1992), que consiste en estandarizar los valores del incremento marginal dividiendo éste (incremento marginal IM_n), por la distancia entre el penúltimo y el último anillo (IM_{n-1}), este cociente se conoce como índice de complemento (C).

b) Relación entre la talla del pez y el número de anillos - La relación entre la longitud del pez y el número de anillos de la escama, sirve para comprobar que dicha estructura presenta un aumento de número de anillos cuando aumenta el peso. Determina la validez del uso de esta estructura ósea para el cálculo de la edad.

c) Diferencia significativa entre edades consecutivas.- Se realizaron gráficos y pruebas de χ^2 entre las diferentes edades para comprobar si la diferencia entre dichas edades era significativa.

d) Los valores de las tallas por edad retrocalculadas deben coincidir con las tallas de lecturas directas a esa misma edad.- Para la comprobación de esta hipótesis, se realizó un cálculo de regresión, tomando como variables las longitudes por edad de los valores retrocalculados vs la longitud de los individuos. Se elaboró un gráfico para cada variable. En la medida en que los resultados obtenidos por la lectura directa sean iguales a los valores medios del retrocálculo, la pendiente "b" tenderá a la unidad (1).

e) Los valores del incremento anual tienen forma de campana o distribución normal.- Los incrementos en los primeros años son pequeños y conforme avanza la edad aumenta; hasta alcanzar un máximo y posteriormente descienden (Joseph, op. cit.).

8.4.- Crecimiento.

8.4.1.- En longitud

El estudio del crecimiento significa determinar el tamaño corporal de un pez en función de la edad y por consiguiente del tiempo (Sparre y Venema, 1995). Se han desarrollado varios métodos que intentan encontrar la mejor ecuación que se ajuste a las tallas de los peces con base en las diferentes edades, y con un significado biológico. El modelo que mejor resultado ha presentado hasta la fecha, dado que posee una sólida base teórica y biológica es la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1938) transformada en 1957 (Ehrhardt, 1981).

Este modelo está basado en el supuesto que el crecimiento del organismo es isométrico, es decir, que un organismo tiene una proporcionalidad entre su longitud y peso así como todas las partes del cuerpo crece de manera proporcional y constante que se mantiene a lo largo del ciclo de vida (Sparre y Venema, op. cit.):

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

donde:

L_t = longitud al tiempo t

L_∞ = longitud sub-infinito o asintótica, valor teórico que limita la curva de crecimiento.

k = factor de crecimiento o de velocidad a la que la curva alcanza la asintota, controla la forma de la curva

t = tiempo

t_0 = longitud teórica en la edad 0.

El parámetro t_0 es llamado también "parámetro de condición inicial " determina el punto en el tiempo, en el que el pez tiene una talla cero. Biológicamente esto no tiene significado, ya que el crecimiento comienza a nivel larval, pero se puede hablar de $L(0)$ cuando se establece que t es igual a 0 el día del nacimiento.

Para obtener la talla promedio de cada edad, se promediaron los datos obtenidos con el retrocálculo de la ecuación de Lee, que considera que la estructura comienza a crecer cuando el pez después de su periodo larval ya presenta una longitud, aunque mínima.

Con los datos obtenidos de las lecturas de escamas, y por medio del método de Ford (1933) y Walford (1946), descritos en Sparre y Venema (op. cit.), se calcularon los parámetros de la longitud infinita L_∞ y la velocidad del crecimiento k , dada la fórmula:

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

Donde:

- $L_{(t+1)}$ = longitud estándar al tiempo $t + 1$
- L_t = longitud estándar al tiempo t
- a = ordenada al origen
- b = pendiente de la relación



donde:

$$a = L_{\infty} * (1 - b) \quad \text{y} \quad b = e^{-k+1}$$

que despejando:

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

El parámetro t_0 se obtiene substituyendo "k" y " L_{∞} " en la fórmula despejada (según el método de Gulland, 1983):

$$t_0 = t + \frac{1}{k} * \ln \frac{(L_{\infty} - L_t)}{L_{\infty}}$$

También se determinaron las constantes de la ecuación de von Bertalanffy por medio del método de Prager (1987), que consiste en un programa computacional (FISHPARM) que ajusta la curva de crecimiento a los valores de edad observados por medio de iteraciones.

8.4.2.- En peso

Para la obtención de la ecuación del crecimiento teórico en peso se aplicó la ecuación de von Bertalanffy:

$$W_t = W_\infty \left(1 - e^{-k(t-t_0)}\right)^3$$

Donde:

W_t = peso al tiempo t

W_∞ = peso asintótico

k = índice catabólico

t = tiempo

t_0 = peso teórico en la edad cero

El peso teórico infinito W_∞ se obtiene a partir del de L_∞ aplicando la relación edad-longitud. El valor del exponente se reemplazó por el valor del índice alométrico obtenida de dicha relación

8.5. Longevidad

Taylor (1960) considera la edad límite como el tiempo requerido para alcanzar el 95% de la longitud asintótica L_∞ , se tiene que el índice de longevidad es:

$$A_{0.95} = t_0 + (2.996/k)$$

8.6.- Mortalidad.

8.6.1.- Total

La mortalidad total se compone de dos fuentes de disminución de la población: la mortalidad natural (M) que se produce por enfermedad, vejez o depredación, y mortalidad por pesca (F).

$$Z = M+F$$

El valor de la mortalidad total (Z) se obtuvo por medio de la aplicación del método de la curva de captura, graficando los valores de los logaritmos neperianos de las abundancias de cada edad contra los grupos de edades.

8.6.2.- Natural

El parámetro de mortalidad natural M es muy sensible y difícil de calcular de manera directa. Para su cálculo se utilizó el método de Taylor (1958, 1959, 1960 y 1962), el cual considera que la longevidad de una especie es indirectamente proporcional a su mortalidad natural, así como al número de individuos presentes en el tiempo t, y está en función de la tasa de crecimiento k (Longhurst y Pauly, 1987). y la mortalidad natural según el modelo de Taylor (1960) es:

$$M = (2.996 / A_{0.95}) - t_0$$

El cálculo de los componentes de la mortalidad Z, permite conocer la magnitud de la mortalidad por pesca F.

$$S = e^{-Z}$$

9.-RESULTADOS

9.1.- Toma y análisis de las muestras.

Los muestreos fueron realizados de enero 1983 a diciembre 1987, donde se colectaron en total 309 organismos de la especie de bacoco *Anisotremus interruptus*, de la captura comercial de la pesca ribereña. En una base de datos se encuentran los datos de talla y peso, las muestras de escamas se procesaron y analizaron como se describe en la metodología. De cada organismo se montaron de 6 a 10 escamas para su lectura. De estas, el lector escogió cuatro que eran más definidas. Se descartaron las escamas de 28 organismos, debido a diferentes situaciones: en 17 individuos, las escamas presentaban centros regenerados; 5 tenían doble foco, 3 estaban tan sucias y rayadas que borraban cualquier anillo, siendo imposible realizar su lectura y 3 más aparentemente estuvieron contaminadas con escamas de otros peces y/o rotulados incorrectamente, que hacían su lectura incongruente. El número de muestras de organismos con escamas examinadas durante este estudio fue de 281 ejemplares (Cuadro 2)., encontrados en 1986 (183) y 1987 (53) fueron elevados comparados con los otros tres años, donde no aparecían organismos de esta especie en la captura comercial. También se puede observar que entre los meses de abril y agosto aumenta la abundancia, por lo que se puede

suponer que existe una estacionalidad en su ciclo de vida. Además parece haber una variación interanual, ya que en los primeros años se obtuvieron pocos individuos, aumentó en 1986 y empezó a disminuir en 1987.

Cuadro 2.- Relación de número de individuos de bacoco *Anisotremus interruptus*, con muestra de escamas, colectados en la costa de Colima de 1983 a 1987.

	1983	1984	1985	1986	1987	Subtotal
Enero	0	0	0	1	0	1
Febrero	0	0	0	18	0	18
Marzo	0	1	0	23	0	24
Abril	0	0	0	45	5	50
Mayo	4	5	0	20	10	39
Junio	6	5	0	5	2	18
Julio	2	10	0	16	13	41
Agosto	0	2	0	19	1	22
Septiembre	0	0	0	22	3	25
Octubre	4	0	0	14	13	31
Noviembre	0	0	0	0	2	2
Diciembre	0	0	6	0	4	10
Subtotal	16	23	6	183	53	281

En la figura 4 se resume la información de los datos biométricos obtenidos, donde puede observarse en el inciso a) la longitud estándar, expresada en centímetros máximos, mínimos y promedios, y b) el peso en

gramos registrado mensualmente también su máximo, mínimo y promedio, a lo largo de los cinco años (1983-1987).

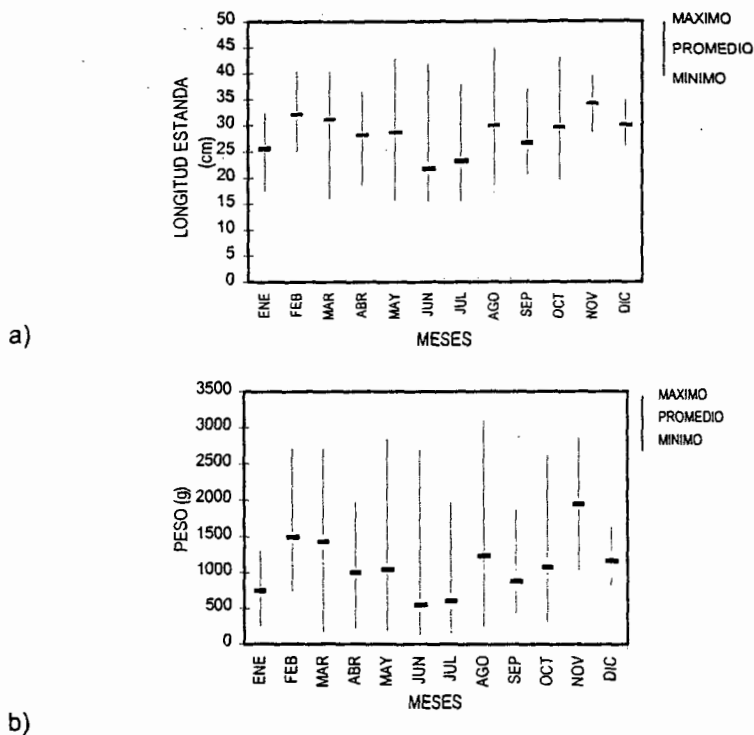


Fig. 4 .- Valores mensuales máximo, promedio y mínimo a) longitud estándar (cm) y b) peso total (g), para muestras de bacoco (*Anisotremus interruptus*) en el litoral de Colima de enero de 1993 a diciembre de 1997, n= 281.

El mes de agosto presenta las tallas y pesos más elevados con valores de 45 cm de longitud estándar y un peso de 3100 g, los meses de mayo a julio presentan las medidas mínimas de longitud y peso con fluctuaciones que van

de 15.5 a 15.7 cm longitud estándar y de 120 a 156 g de peso. Es durante estos meses en que hay mayor margen de longitudes, es decir, se encuentran los peces más pequeños y los más grandes.

9.2.- Relación peso-longitud y valores mensuales del factor de condición.

Para determinar la relación que existe entre el peso y la talla, se realizó un análisis de regresión, y de esta manera poder calcular y convertir los valores de talla a peso o viceversa. Es resultado de la ecuación es: $W = 0.046 * Ls^{2.958}$, con un índice de correlación de $r = 0.954$, $n = 281$. El gráfico puede observarse en la figura 5, con cálculo del mejor ajuste del modelo a la curva. El factor alométrico o pendiente del modelo, $b = 2.958$ probó no tener diferencia significativa con 3 según la prueba de hipótesis ($t = 3.14$, $\alpha = 0.05$), que confirma una relación isométrica entre el peso y la longitud.

El factor de condición, constante "a" de la relación peso-talla (ordenada al origen del modelo), se calculó para cada mes, con la finalidad de que sirviera de indicador de un cambio en la forma del cuerpo o de "condición" del organismo. El valor "a" más bajo significa que el organismo está "delgado". Los valores promedios mínimos se observan de mayo a julio, hacia los siguientes meses aumenta paulatinamente este factor. En septiembre, el valor "a" presenta un incremento, que alcanza su promedio más alto en noviembre (Fig. 6). A partir de febrero hay un descenso en este valor.

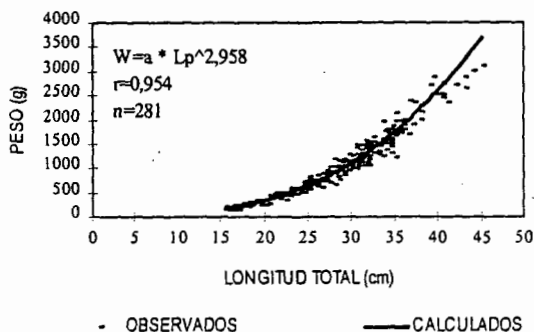


Fig. 5.- Relación entre el peso (W) y longitud estándar (Ls) de *Anisotremus interruptus* (— curva de regresión no lineal) de la costa de Colima de enero de 1983 a diciembre 1987.

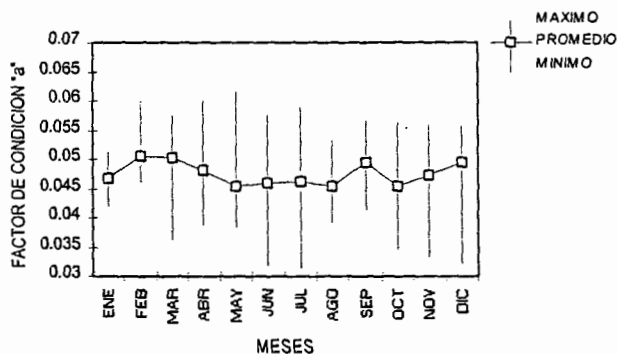


Fig. 6.- Parámetro "a" (factor de condición) de la relación mensual peso - longitud estándar.

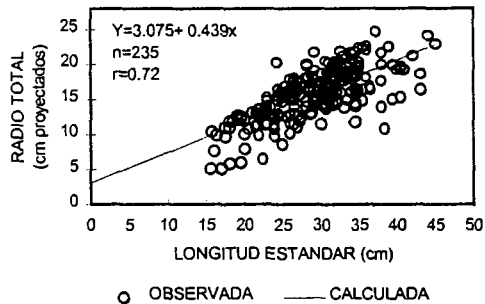
El comportamiento anterior puede interpretarse como que los organismos engordan de enero a marzo y de octubre a diciembre, mientras que hay una tendencia a disminuir de peso de abril a agosto. Esta disminución

puede representar periodos posteriores al desove, en que el desgaste corporal del pez es muy grande.

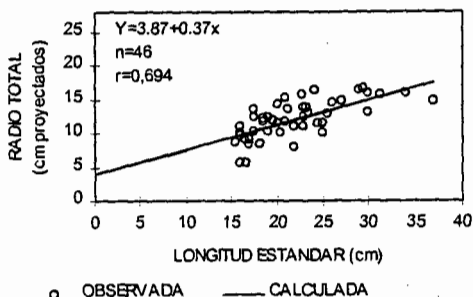
9.3.- Escamas.

9.3.1.-Relación entre el radio total de la escama y la longitud estándar del pez

En total se obtuvieron 281 lecturas de escamas, 46 realizadas en el microproyector y 235 con el proyector de transparencias. Lo anterior se debió a que tamaño de las escamas de los organismo más grandes no alcanzan a ser observadas en su totalidad en el microproyector, debido ha esto se utilizó el proyector de transparencias.



a)



b)

Fig. 7.- Relación del tamaño de la escama (la distancia del foco al borde) de *Anisotremus interruptus* a su talla, a) lectura con proyector de transparencia y b) lectura con microproyector.

Se realizó una regresión lineal para describir la relación entre el radio de escamas vs longitud del individuo. Una regresión para cada aparato: microproyector y proyector de transparencias por separado. En la figura 7 a) y b) se observan estas relaciones, como primera validación al uso de esta estructura. Los resultados muestran que sí existe una relación entre el tamaño de la escama y la longitud del pez, aunque con un índice de correlación bajo; $r=0.72$ y $r=0.69$, respectivamente para cada proyector dado por la variación de los datos. Esto afirma la existencia de una proporcionalidad en el crecimiento del pez con respecto a sus escamas y valida el uso escamas como parte dura que aumenta tamaño con el paso del tiempo.

CUCBA



9.3.2.- Validación de los anillos de crecimiento y relación edad-longitud.

Como criterios para dar validez a los anillos en las escamas, como un indicador del crecimiento, se utilizaron cinco sugeridos por Joseph (1962):

a) Análisis del incremento marginal por individuo y mensual, para determinar la fecha que se forma la marca y validar su periodicidad.- Se calculó la distancia entre el borde de la escama y el último anillo formado ($R_t - R_n$) para cada pez. Estas medidas se agruparon mensualmente. Los resultados se muestran en la figura 8, los valores que se presentan del incremento marginal corresponden al máximo, promedio y mínimo de cada mes. Se observa que durante todo el año hay una amplia distribución de datos entre los extremos (exceptuando noviembre que tiene un solo valor). Los primeros dos meses del año tienen una variación menor al resto de los meses. Se observa que abril es el mes que presenta el menor valor del margen, en su línea de mínimos.

Por el método de Tanaka o índice de complemento (Davis y West, 1992), se obtuvo un gráfico similar aunque con valores aparentemente más suavizados. Se encontró también que en el mes de abril tiene el valor mínimo, pero mayo presenta el menor valor en la línea de los promedios (Fig. 9).

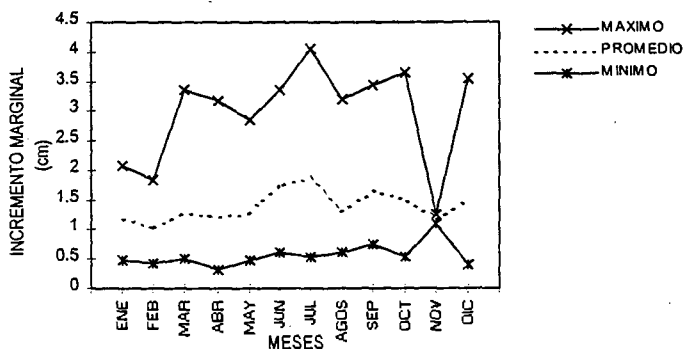


Fig. 8.- Valores mensuales máximo, promedio y mínimo del incremento marginal (cm), por retrocálculo lineal (enero '83 a diciembre '87).

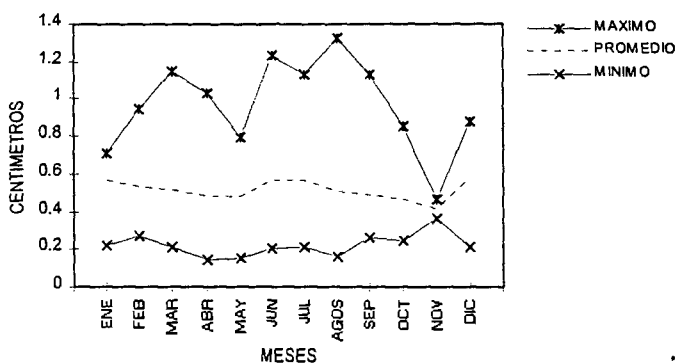


Fig. 9.- Análisis del incremento marginal por el método de Tanaka.

Se realizó un tercer ejercicio, ya que, mientras mayor edad o tamaño tenga un organismo, su incremento por efecto de crecimiento va disminuyendo, por lo tanto la escama tiene un menor incremento marginal. Al comparar estas escamas con las de organismos de menos años de edad, se puede confundir el tamaño del margen. Debido a lo anterior se analizan por separado los valores

por grupo de edad. En este caso se utilizaron sólo los individuos con 2 a 5 anillos. Nuevamente el gráfico (Fig. 10) tiene la misma forma que las dos anteriores, pero es reflejo de la figura 8. El mes donde se observa el incremento marginal menor es abril (Fig. 10).

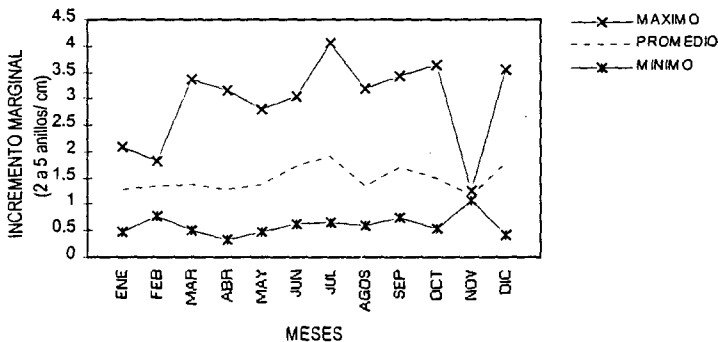


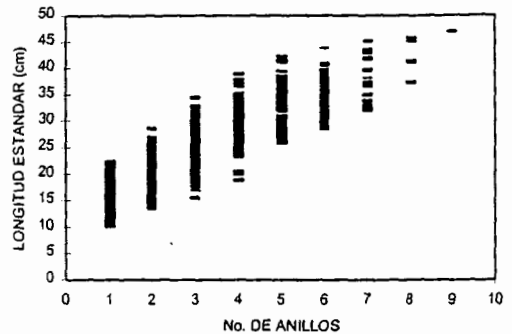
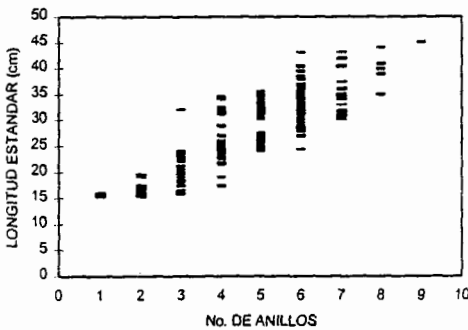
Fig. 10.- Análisis del incremento marginal, considerando únicamente organismos con 2 a 5 anillos.

El mes de noviembre cuenta con muy poca información, por lo que no debe considerarse el resultado expresado en los gráficos de las figuras 8, 9 y 10.

A pesar de las grandes fluctuaciones que se observan en el incremento marginal de las escamas en todos los meses del año en este caso, el análisis de los valores mínimos aportan la información que sirve para validar el uso de escamas para determinar la edad en el bacoco. Los anillos que se contaron en

las proyecciones pueden considerarse de una periodicidad anual, con la fijación del anillo en el mes de abril.

b) Relación entre la talla del pez y el número de anillos.- En las escamas de los 272 individuos analizados, se encontraron organismos de hasta con 8 anillos o líneas oscuras. En la figura 11 pueden observarse dichas lecturas transformadas a valores de talla por la fórmula de Lee con sus ecuaciones correspondientes.



a)

b)

Fig. 11.- Valores del retrocálculo por la ecuación de Lee: a) datos de longitud estándar (cm) vs No. de anillos/ind., $n = 281$; b) datos de cada longitud estándar y su número de anillos, $n = 1,223$.

La figura 11 a) representa los valores de la longitud del pez y el número de anillos observados. La figura 11 b) representa los valores de cada anillo, retrocalculados. Puede observarse que ambos grupos de datos tienen la misma

forma y que el análisis del retrocálculo realizado representa el valor de la talla según el número de anillos.

c) Existe una diferencia significativa entre las edades, lo que demuestra un incremento proporcional entre las partes duras y el tiempo.- Para comprobar lo anterior se realizó la figura 12, cuya línea que representa el valor promedio de cada edad forma la curva que representa el crecimiento de esta especie. Los valores máximos y mínimos de una a otra edad se traslapan en el caso de algunas edades, pero los intervalos de confianza demuestran que hay diferencia significativa entre edades. Hacia las últimas edades se puede observar que se traslapan, donde el incremento empieza a ser lento, de la edad 7 en adelante.

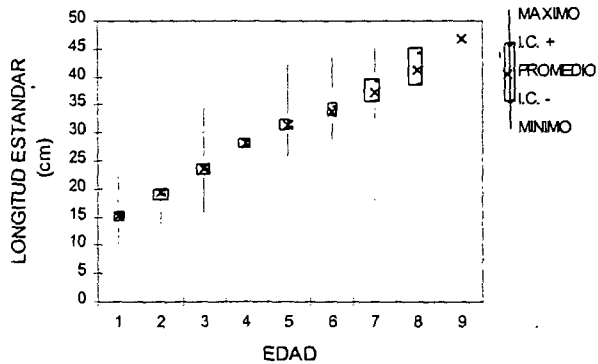


Fig. 12.- Valores promedios, máximos, mínimos e intervalo de confianza de los valores de longitud para cada edad.

Por otra parte, en la figura 13 se observan las curvas de distribución de frecuencia de tallas por edad. El nivel de traslape en la curva de cada edad

aumenta conforme avanza ésta, como resultado en la reducción del incremento de longitud del pez a edades mayores, dado por un crecimiento lento y una dispersión mayor.

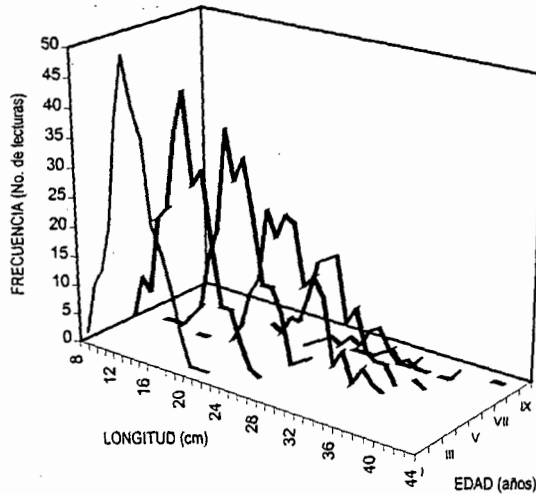


Fig. 13.- Distribución de tallas por edad del bacoco *Anisotremus interruptus*

d) Los valores de las tallas retrocalculadas por edad y las talla de lecturas directa presentan similitud en el número de anillos.- Esta relación se puede observar en los gráficos de la Fig.11a y b, donde se comparan los valores de talla del pez vs el número de anillos, y los datos resultantes del retrocálculo vs cada edad. El resultado de la regresión con el valor promedio de cada edad de ambas gráficas fue de $r = 0.995$ con una pendiente de $b = 1.023$ (Fig. 14). La prueba de hipótesis t indica que estadísticamente la pendiente no

presenta diferencia significativa de 1 ($\alpha = 0.05$). Lo anterior significa que entre ambos grupos de edad, los valores observados de los individuos y los datos retrocalculados son iguales para las mismas edades.

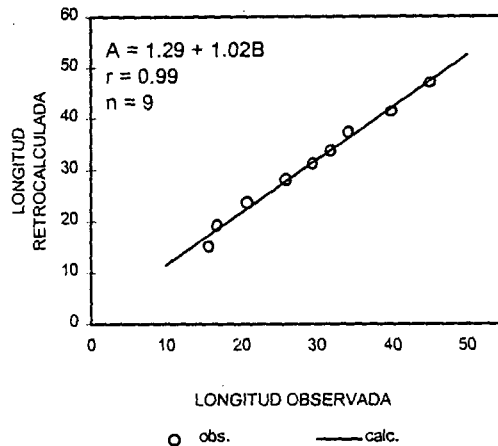


Fig. 14.- Valores promedio de las longitudes observadas vs calculadas para cada edad.

e) Los incrementos anuales de crecimiento se distribuyen en forma de campana.- El resultado de los incrementos pueden observarse en el cuadro 3, y se refieren a los centímetros de aumento de una edad a la siguiente. Asimismo, la figura 15 muestra estos cambios, donde durante el primer año de vida se observa un incremento rápido, a razón de 12 cm en un año. en el segundo año de edad empieza a disminuir, con un incremento de 5 cm, en las edades 3 hasta 6 desciende paulatinamente hasta estabilizarse alrededor de 2 cm de aumento por año en la edad 7 (Fig. 15).

Cuadro 3.- Incrementos anuales o tasa de crecimiento instantáneo del bacoco *A. interruptus* en la costa de Colima.

EDAD (años)	TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO EN LONGITUD (cm)
1	12.52
2	4.95
3	4.60
4	4.29
5	3.07
6	2.89
7	2.03
8	

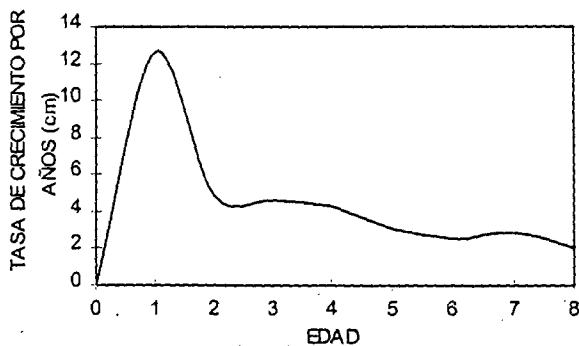


Fig. 15.- Incremento o tasa de crecimiento en longitud de una edad a la siguiente.

9.4.- Crecimiento.

9.4.1.- En longitud

Se elaboró el Cuadro 4 con la clave edad-longitud del bacoco (*A. interruptus*), agrupados en una distribución de frecuencias por talla (longitud estándar) según el número de anillos correspondiente al valor del retrocálculo.

Los valores de los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1938), obtenidos por los métodos de Ford-Walford (Sparre y Venema, 1995) y Prager (1987) se muestran en el cuadro 5, en el cual se incluyen también los valores calculados por Cruz-Romero *et al.* (1993), observándose que no existen grandes diferencias con los datos del presente estudio

Los valores de las longitudes calculadas para cada edad mediante la aplicación de von Bertalanffy por los métodos de Ford-Walford (Sparre y Venema, *op. cit.*) y Prager (1987) se muestran en el cuadro 6. Aunque ambos métodos presentaron un buen ajuste de los datos observados, de acuerdo con la suma de las diferencias al cuadrado, el método de Prager fue el que presentó el mejor ajuste.

El gráfico que representa la curva de von Bertalanffy se observa en la figura 16.

Cuadro 4.- Número de individuos por clase de talla para cada edad, del bacoco (*Anisotremus interruptus*) en el litoral de Colima.

TALLA (cm)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	n	%	Frec.. acum
8	1									1	0.08	0.08
9	10									10	0.83	0.91
10	13									13	1.07	1.98
11	21									21	1.73	3.71
12	39	5								44	3.63	7.34
13	50	12								62	5.12	12.46
14	42	10	4							56	4.62	17.08
15	37	23	4							64	5.28	22.36
16	23	25	4	1						53	4.37	26.73
17	19	38	6	1						64	5.28	32.01
18	13	45	8							66	5.45	37.46
19	6	30	17							53	4.37	41.83
20	1	33	22	2						58	4.79	46.62
21	1	21	39	5						66	5.45	52.06
22	1	11	31	11						54	4.46	56.52
23		11	35	14	5					65	5.36	61.88
24		6	26	26	4					62	5.12	67.00
25		2	15	22	7	1				47	3.88	70.87
26		1	15	26	7	2				51	4.21	75.08
27			11	25	12	3				51	4.21	79.29
28		1	3	15	18	4				41	3.38	82.67
29			4	17	19	3	1			44	3.63	86.30
30			5	14	20	5	1			45	3.71	90.02
31				3	9	4	1			17	1.40	91.42
32			1	6	12	7	2			28	2.31	93.73
33				1	5	8	3			17	1.40	95.13
34			1	4	4	5	1	1		16	1.32	96.45
35				2	4	3	1			10	0.83	97.28
36				1	1	4	3			9	0.74	98.02
37						3				3	0.25	98.27
38					3	3	1	2		9	0.74	99.01
39					2		1			3	0.25	99.26
40							1	3	1	5	0.41	99.67
41										0	0.00	99.67
42								1	1	2	0.17	99.83
43									1	1	0.08	99.92
44										1	0.08	100.00
N	277	274	251	196	132	56	19	6	1	1212	100	

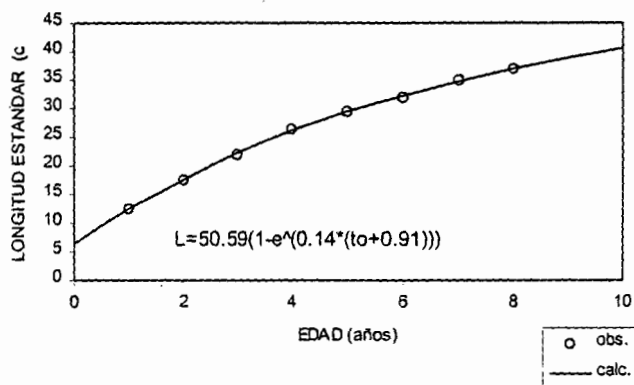


Fig. 16.- Valores observados de la lectura de escamas y calculados con los parámetros de crecimiento por medio del método de Prager.

Cuadro 5.- Valores de los parámetros de von Bertalanffy con diferentes métodos.

METODO	VALORES DE LOS PARAMETROS DE VON BERTALANFFY			
	L_{∞}	k	t_0	
FORD-WALFORD	51.17	0.143	0.961	PRESENTE TRABAJO
PRAGER	50.59	0.147	0.916	PRESENTE TRABAJO
ANALISIS DE FRECUENCIA DE TALLAS	48.20	0.130	0.011	CRUZ-ROMERO et al., 1993

Ford-Walford (Sparre y Venema, 1989).
Prager, 1987.

Cuadro 6.-Valores de longitud calculadas para cada edad mediante la aplicación de von Bertalanffy con diferentes métodos

EDAD (AÑOS)	VALORES OBSERVADOS	VALORES CALCULADOS (FORD-WALFORD)	VALORES CALCULADOS PRAGER	SUMA DE CUADRADOS (FORD-WALFORD)	SUMA DE CUADRADOS PRAGER
0		6.5779	6.3733		
1	12.521	12.5210	12.4180	0	0.01061
2	17.469	17.6723	17.6364	0.04119	0.02790
3	22.071	22.1371	22.1413	0.00436	0.00493
4	26.358	26.0070	26.0304	0.12289	0.10701
5	29.430	29.3612	29.3879	0.00469	0.00175
6	32.038	32.2685	32.2863	0.05310	0.06163
7	34.933	34.7884	34.7885	0.02101	0.02096
8	36.964	36.9725	36.9487	0.00007	0.00023
9		38.8656	38.8135		
10		40.5064	40.4235		
Σ				0.2473	0.2350

Ford-Walford (Sparre y Venema, 1989).
Prager, 1987.

9.4.2.- En peso.

La ecuación del crecimiento en peso calculada fue la siguiente:

$$W_t = 5051.04(1 - e^{-0.147(t + 0.916)})^{2.958}$$

En el cuadro 7 se observa la relación entre la longitud y el peso para cada edad y en la figura 17 la curva de crecimiento hallada.

CUCBA



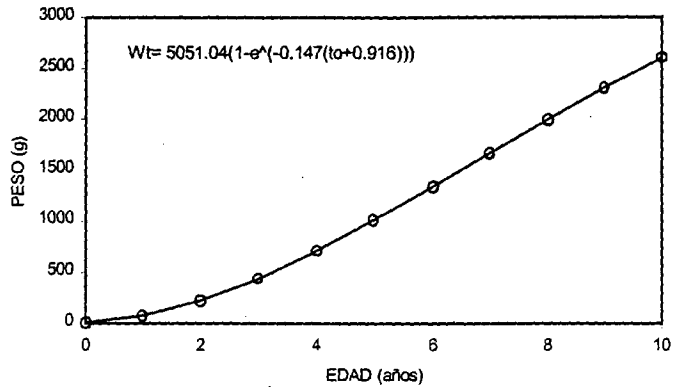


Fig. 17.- Valores del peso calculado para cada edad por medio de la ecuación de von Bertalanffy

Cuadro 7.- Relación edad, longitud y peso del bacoco *Anisotremus interruptus*.

EDAD	LONGITUD (cm)	PESO (G)	TASA INSTANTANEA DE CREMIENTO EN PESO (g)
0	6.37	11.02	
1	12.42	79.24	68.23
2	17.64	223.68	144.44
3	22.14	438.40	214.71
4	26.03	707.54	269.14
5	29.39	1012.97	305.44
6	32.29	1337.93	324.96
7	34.79	1668.580	330.56
8	36.95	1993.96	325.45
9	38.81	2306.59	312.18
10	40.42	28601.23	294.64

9.5.-Longevidad

El resultado del parámetro de longevidad $A_{(0,95)}$ es de 19.46 años, que significa que teóricamente el pez necesita este tiempo para alcanzar su 95 % de longitud máxima teórica.

9.6.- Mortalidad.

9.6.1.- Total

En la figura 18 se muestra la curva de captura obtenida, el valor calculado para la pendiente fue de $b = -0.53$, lo que quiere decir que de cada 100 individuos 53 mueren por mortalidad natural y por pesca, y sobreviven 47.

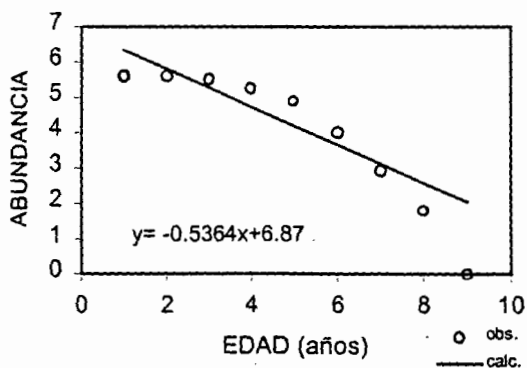


Fig. 18.- Curva de captura del bacoco *Anisotremus interruptus*

9.6.2.- Natural

Los índices de mortalidad calculados a partir de los parámetros de crecimiento indican que $M = 1.11$ (mortalidad natural). En otras palabras, traducido a proporciones, la mortalidad natural es de 68%. Lo anterior significa que la pesca contribuye a una mortalidad de solamente 32 %.

10.- DISCUSION.

ESTRUCTURA DE LA POBLACION.

El análisis de la relación entre la talla y el peso es importante por permitir no sólo encontrar una expresión matemática, sino por poder analizar de manera más precisa el valor del factor de condición (ordenada al origen de dicha relación), que señala si un individuo está delgado o pesado con respecto a otro de su misma especie, o los cambios a lo largo del año.

EDAD.

La utilización de cualquier estructura anatómica para determinar la edad requiere de la verificación de que las marcas que se consideren *annuli* reflejan las variaciones periódicas del crecimiento, para poder adjudicar alguna escala de tiempo a la depositación de los anillos (Shirvell, 1981; Anónimo, 1982). Esta verificación adquiere una mayor trascendencia en los peces tropicales, ya que éstos presentan marcas que no son de crecimiento que deben distinguirse de las que se forman a intervalos de tiempo regulares (Manooch, 1987; Ezenwa e Ikusemiju, 1981). Esta verificación o validación es tan importante en la biología pesquera como lo son la utilización de soluciones estándar o el calibrado de instrumentos en otras ciencias (Beamish y McFarlane, 1983; Casselman, 1983).

En el presente trabajo se pudo validar que las escamas presentan una línea anual, aunque ésta se puede distribuir a lo largo de varios meses. Se

observaron incrementos marginales congruentes con las edades como lo describen en sus trabajos Joseph (1962), Cruz-Romero *et al.* (1989), Casselman (1991), Espino-Barr (1996).

En cuanto a los cálculos de las edades de los organismos, se pudo determinar que los intervalos de confianza en las primeras son significativamente diferentes, no hay traslape, ya que la distancia entre una edad y la otra es mayor en las primeras épocas de vida. Según cómo va avanzado la edad, se dificulta la lectura que a su vez origina el traslape en las edades más avanzadas. Sobre este asunto se coincide con lo que afirman Joseph (1962), Casselman (1983), Sparre y Venema (1995), entre otros, y lleva a la conclusión de que los resultados en las edades avanzadas, no son totalmente seguros.

Es muy importante establecer la relación que guarda el crecimiento de un pez y el incremento en tamaño de la estructura utilizada para determinar su edad, criterio de validación esencial y un paso indispensable para realizar el retrocálculo a edades pretéritas (Manooch, 1987). Por ello se insiste en que la validación es fundamental para poder dar a las marcas de crecimiento una dimensión temporal.

Es importante mencionar que para el presente trabajo se determinaron las líneas como anuales, pero que hay otras líneas en las escamas (menos fuertes, no completas, más delgadas), que pueden significar algún otro evento en la vida del individuo, como sería un breve alto en el crecimiento debido a la reproducción o migración.

El factor de condición tiene un comportamiento cíclico anual. Aunque en este trabajo solamente se estudió un ciclo, se pudo apreciar que los organismos están delgados en el verano. Empiezan a "engordar" hacia finales del año. Aunque hay valores bajos de octubre a diciembre, se sugiere que sea porque en los meses fríos se observaron pocos individuos. Esto se debe posiblemente a que migran cuando la temperatura en la zona disminuye.

El factor de condición es bajo en mayo, el incremento marginal es pequeño en abril, por lo que se puede suponer que de enero a marzo no hubo crecimiento y causó que se marcara la línea. En abril empieza el crecimiento, el intervalo o margen se desprende del anillo y el factor de condición disminuye, porque los organismos están creciendo, aumentando su talla y no están acumulando peso o engordando.

De esta manera se pudo describir el ciclo anual de los organismos en cuanto a su condición de peso con respecto a su talla.

CRECIMIENTO

Los valores de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy para esta especie muestran un crecimiento lento ($k=0.147$) en el cual el 95 % de la longitud asintótica se alcanza hasta los 20 años de edad.

El presente estudio permitió reconocer el grupo de edad cero a diferencia del trabajo de Cruz-Romero *et al.* (1993) que asigna el primer valor de la curva polimodal al grupo de edad 1.

El mayor incremento del crecimiento en longitud se lleva a cabo durante el primer año de vida, en que los ejemplares alcanzan una talla promedio de 12.42 cm. Posteriormente la tasa de crecimiento instantánea va disminuyendo gradualmente en relación a la edad, hasta alcanzar la longitud asintótica. De acuerdo con las frecuencias acumuladas se observa que el 50 % de los individuos tiene menos de 20 cm; el 75%, menos de 26 cm. Lo anterior significa que la mayor parte de la población que se captura son juveniles y adultos jóvenes.

La mayoría de los organismos analizados muestran edades de 1 a 3 años, con 20 % en cada una. Después de la edad 4, la proporción de organismos en cada edad disminuye, en la última edad, 9 años, se obtuvo menos de 1%.

En relación al crecimiento en peso se observa que los valores de la tasa instantánea van en aumento conforme el pez incrementa su edad.

MORTALIDAD

La curva que se muestra en la figura 18 no corresponde con los modelos que se observan tradicionalmente, constituidos por una rama ascendente y otra descendente a partir de la cual se obtiene el valor de la pendiente negativa. Ello es debido a que en el caso del bacoco los individuos se incorporan a la pesquería desde el primer año de edad, es decir no existe ninguna selectividad por parte del arte de pesca, que permita proteger a los individuos de menor talla que muy posiblemente no se han reproducido una sola vez. Lo anterior

podría llevar a este recurso a un nivel de sobreexplotación, lo que no a sucedido aún debido a que en la pesca artesanal ribereña, las cuotas de captura de esta especie no son lo suficientemente grandes como para provocar el agotamiento del recurso. O bien, los movimientos migratorios realizados por las poblaciones de esta especie hacia los fondos blandos durante ciertas épocas del año (Aguilar-Palomino *et al.* 1996), disminuye su disponibilidad para ser capturados durante todo el año. También cabe señalar que las disminuciones importantes de los recursos pesqueros ribereños son producidas por los factores ambientales y no por la explotación pesquera artesanal (Espino-Barr, 2000).

En el caso del bacoco la mortalidad natural es superior a la producida por la pesca, ya que considerando las proporciones, 68 % (M) y 32 % (F) corresponden a 36 individuos muertos naturalmente y a 17 extraídos por el arte de pesca.

11.- CONCLUSIONES

- La lectura de las escamas permitió la identificación de 8 grupos de edad.
- La amplitud de los anillos de crecimiento disminuye a través de la edad.
- El crecimiento de la escama es proporcional al crecimiento del pez.
- La relación peso-talla es : $W=0.046 * L^{*2.958}$
- El método de Prager presentó un mejor ajuste que el de Ford-Walford.
- Los parámetros de crecimiento son los siguientes :
- Talla máxima (L_{∞})= 50.59 cm
- Peso máximo (W_{∞})= 5051.04 g
- Coeficiente catabólico (k)= 0.147
- Edad teórica a la longitud cero (t_0)= -0.916
- Edad límite o longevidad ($A_{0.95}$)= 19.46 años
- El periodo de mayor crecimiento lineal ocurre durante el primer año de vida.
- Durante el primer año el bacoco crece 12.52 cm, el segundo año crece 4.95 cm y el tercero, 4.60 cm.
- El mayor incremento del valor del factor de condición se presenta durante los meses de febrero y septiembre.
- El coeficiente de mortalidad total (Z) es de 0.53.
- El índice de mortalidad natural (M) es de 1.11.

- La estrategia del crecimiento acelerado durante el primer año de vida le permite al bacoco disminuir la mortalidad natural.
- En la época de estudio, la población del bacoco se considera sana, por
- que su mortalidad por pesca es 50% menor a la mortalidad natural.
- Un aumento de la mortalidad por pesca (F) disminuiría la mortalidad (M).

12.- RECOMENDACIONES

Es importante continuar con el estudio de los parámetros poblacionales, con el objeto de analizar las variaciones interanuales.

Es necesario realizar el estudio del ciclo reproductivo para determinar las épocas y las edades de primera madurez, así como llevar acabo estudio sobre fecundidad.

Es importante analizar si existen diferencias en el crecimiento por sexos y conocer la proporción hembras y machos.

13.- LITERATURA CITADA

- AGUILAR-PALOMINO, B., J. MARISCAL-ROMERO, G. GONZALEZ-SANSON Y L.E. RODRIGUEZ-IBARRA, 1996. Ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en la primavera de 1995. *Ciencias Marinas* 22(4): 469-481.
- ALLEN, G. R. and D. R. ROBERTSON, 1994. *Fishes of the Tropical Eastern Pacific*. University of Hawaii Press. EUA. 322 pp.
- ANONIMO. 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.
- BEAMISH, R. J. and G. A. McFARLENE, 1987. Current trends in age determination methodology. *In: Summerfelt, R. C. y G. E. Hall. (Eds.). Age and growth of fish*. Iowa State University Press/Ames., U. S. A., 15-42 p.
- BULLOCK, L. H., M. F. GODCHARLES and M. E. MITCHELL, 1992. Age, growth and reproduction of jewfish *Epinephelus itajara* in the eastern Gulf of México. *Fishery Bull.* 90:243-249 p.
- CASSELMAN, J. M. 1983. Age and growth assessment of fish from their calcified structures- techniques and tools. NOAA Technical Report NMFS 8., Miami, Fla., 17 pp.
- CASSIE, M., 1957. Condition factor of Snapper, *Chrysophrys auratus* Foster, in Hauraki Gulf. *New Zealand. Journal of Sc. and Tech.* 38(4): 375-388 pp.
- CASTRO-AGUIRRE, J. L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. PESCA Serie Científica No. 19, 298 pp.
- CHAVEZ-RAMOS, H., F. GALVAN-MAGAÑA, L. A. ABITIA-CARDENAS, J. DE LA CRUZ-AGÜERO y J. RODRIGUEZ-ROMERO, 1994. La ictiofauna marina de Baja California Sur, México, desde la perspectiva de un trabajo museológico. *Inv. Mar. CICIMAR.* 9(1): 43-49 pp.
- CHIRICHIGNO, N., W. FISHER Y C. E. NAUEN (comp.). 1982. Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Parte 2, Pacífico Centro y Suroriental. Roma, FAO/PNUD. *SIC* 82/2: 588 pp.

- CRUZ-ROMERO, M., E. ESPINO-BARR y A. GARCIA-BOA, 1989 a. Lista de peces del litoral colimense. Instituto Nacional de la Pesca/SEPESCA. Serie Doc de Trab. 1(9):21p.
- , 1989 b. Análisis estadístico de la captura y esfuerzo. Pesquería ribereña del Estado de Colima. CRIP-Manzanillo, INP/SEPESCA. Bol. Inf. No. 9. 13 pp.
- , 1989 c. Edad y crecimiento en cabrilla *Epinephelus labriformis* (Jenyns, 1843), en el estado de Colima. Acta Científica Potosina. Vol. IX (2): 165-176.
- , 1990. Evaluación del potencial de la pesca ribereña en el Estado de Colima. CRIP-Manzanillo, INP/SEPESCA. Bol. Inf. No. 9. 43-54 pp.
- , 1992. Pesquerías ribereñas del Pacífico Mexicano. Memorias del XXX Aniversario del INP. SEPESCA/INP, México, 44 p.
- , 1993. Aspectos poblacionales de cinco especies de la familia Haemulidae (Pisces) en la costa de Colima, México. Ciencia Pesquera 10:43-54 pp.
- , 1995. La pesca ribereña en el estado de Colima. Estudios Jaliscienses. 20(5):14-26 pp.
- CRUZ-ROMERO, M., E. ESPINO-BARR, J. MIMBELA-LOPEZ, A. GARCIA-BOA, L. OBREGON-ALCARAZ y E. GIRON-BOTELLO, 1991. Biología reproductiva en tres especies del género *Lutjanus* en la costa de Colima, México. Informe Técnico. CRIP-Manzanillo. 118 pp.
- CSIRKE B., J. 1989. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO Doc. Tec. Pesca, Rome, 192:82 p.
- DANIEL, W. W. 1991. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. ed. Noriega-Limusa, México. 667 pp.
- DARCY, G. H. 1983a. Synopsis of biological data on the Grunts *Haemulon aurolineatum* and *H. plumieri* (Pisces: Haemulidae). NOAA Technical Report NMFS Circular 448. FAO Fish. Synopsis No.133, 37 pp.
- 1983b. Synopsis of biological data on the Pigfish, *Orthopristis chrysoptera* (Pisces: Haemulidae). NOAA Technical Report NMFS Circular 449. FAO Fish. Synopsis No.134, 23 pp.
- DAVIS, T. L. O. and G. J. WEST, 1992. Growth and mortality of *Lutjanus vittus* (Quoy and Gaimard) from the North West Shelf of Australia. Fish. Bull., U. S. 90:395-404 p.
- DEMPSTER, J. R. 1975. Animal Population Ecology. Academic Press Inc. (London) LTD. 155p.
- DIAZ-RUIZ, S., A. YAÑEZ-ARANCIBIA y F. AMEZCUA-LINARES, 1982. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de los Pomadósidos

- de la laguna de Términos, Campeche. (Pisces: Pomadasyidae). An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nat. Auton. México. 9 (1): 251-278 pp.
- EHRHARDT, N. M. 1981. Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. 1a Parte: Estimación de parámetros poblacionales. INP/SEPESCA, México, D.F. 132 pp.
- ESLAVA de GONZÁLEZ, N., 1988. Ocurrencia de isópodos parásitos en el corocoro, *Orthopristis ruber* (Cuvier, 1830)(Pisces: Haemulidae). Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle. 48(129): 85-92 pp.
- , 1991. Comparación del uso de escamas y cleitra para estudios de edad y crecimiento del Chere-Chere, *Haemulon steindachneri* (Jordan & Gilbert, 1882) (Teleostei: Haemulidae). Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle. 51(135-136): 97-107pp.
- ESPINO-BARR, E., M. CRUZ-ROMERO y A. GARCIA-BOA, 1994. Edad y crecimiento de dos Pargos de la familia Lutjanidae (Pisces). IV Congreso Nacional de Ictiología. 30 pp.
- ESPINO-BARR, E. 1996 Edad y crecimiento del Huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922), en las Costas de Colima, México. Tesis de maestría. Fac. De Ciencias. Univ. Nat. Autón. De México. 73 p.
- ESPIBO-BARR, E. 2000. Criterios biológicos para la administración de la pesca Multiespecifica artesanal en la costa de Colima, México. Tesis de Doctorado. Univ. De Colima. 154 p.
- ESTACION METEREOLÓGICA DE MANZANILLO, 1980-1990. Registro Mensual de Factores Ambientales 120 p.
- ESTRADA, M. 1986. Hábitos alimentarios de los peces del género *Haemulon* (PISCES: HAEMULIDAE) de los arrecifes de la región de Santa Marta, Colombia. An. Inst. Inv. Mar Punta de Betín. 15(16): 49-66 pp.
- EZENWA, B. I. O. y K. IKUSEMIJU. 1981. Age and growth determinations in the catfish, *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède) by use of the dorsal spine. Fish Biol. 19: 345-351.
- FISCHER, W., KRUPP, F., SCHNEIDER, W., SOMMER, C., CARPENTER, K. E., NIEM, V. H. Guía para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen II. Vertebrados-Parte 1. Roma, FAO 1995. Vol. II:647-1209 pp.
- GAYANILO, F. C., P. SPARRE and D. PAULY, 1993. The FISAT Users Guide. FAO Computerized Information Series Fisheries No. 99. Draft. ICLARM, Philippines, 70 p.
- GONZALEZ, C., L. W. 1981. Régimen alimentario del corocoro, *Orthopristis ruber* (Cuvier, 1830) (Pisces: Pomadasyidae) en las zonas adyacentes a la isla de Margarita, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Univer. Oriente. 20 (1 & 2): 23-32 pp.

- GULLAND, J.A., 1983. Fish Stock Assessment. A Manual of basic methods. John Wiley & Sons, USA, 222p.
- HEALD, E. J. y R. C. GRIFFITHS, 1967. La determinación por medio de la lectura de escamas, de la sardina *Sardinella anchovia*, del Golfo de Cariaco, Venezuela Oriental. Serie Recursos y Explotación Pesqueros, 1(10): 374-422 p.
- HOBSON, E. S. 1968. Predatory behavior of some shore fishes in the Gulf of California. U. S. Department of the Interior, Research Report 73. 92 pp.
- HOLDEN, M. J. y D. F. S. RAITT, 1975. Manual de ciencia pesquera. Parte 2.- Métodos para investigar los recursos y su aplicación. FAO 115 Rev. 1, 211 pp.
- INEGI, 1981. Síntesis Geográfica de Colima. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F. 131 pp.
- INEGI, 1995. Estudio Hidrológico del Estado de Colima. Inst. Nal. de Estadística Geográfica e Informática. Gobierno del Estado de Colima. 110 p.
- JOSEPH, D. C. 1962. Growth characteristics of two Southern California Surf-fishes, the California corbina and spotfin croaker, Family Sciaenidae. The Resources Agency of California. Dep. of Fish and Game. Fish Bull. 119:1-54 pp.
- KONCHINA, Yu. V. 1977. Some data on the biology of grunts (Family Pomadasidae). Journal Ichthyology. 17(4): 548-558 pp.
- LONGHURST, A. R. and D. PAULY. 1987 Ecology of tropical oceans. Academic Press, Inc., San Diego, Ca. U.S.A., 407 p.
- MACIAS Z., R., H. SANTANA H. y J. J. VALDEZ F. 1985. Informe Final del Proyecto Prospección Hidroacústica en el Litoral del Estado de Colima. INP/SEPESCA, CRIP-Manzanillo, Col., México, 50 p.
- MADRID V., J., 1998. Aspectos de la ecología, la pesquería y la biogeografía de los peces costeros de Michoacán y Colima, México. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, 247p.
- MANOOCH III, C. S. 1987. Age and growth of Snappers and Groupers. In: Polovina, J. J. y S. Ralston (Eds.). Tropical Snappers and Groupers. Biology and Fisheries Management. Westview Press/Boulder & London. 329-373 pp.
- MENDENHALL, W. 1987. Introducción a la probabilidad y la estadística. Ed. Grupo Editorial Iberoamérica, México, 628 pp.
- NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration), 1983-1987. Oceanographic Monthly Summary. U.S. Dep. of Commerce. National Weather Service/National Earth Satellite Service. Vol. '83-'87, No. 1-12.

- PANAYOTUO, T. 1983. Conceptos de ordenación para las pesquerías en pequeña escala, Aspectos económicos y sociales. FAO, Doc. Téc. Pesca (228) :60 p.
- PAULY, D. And N. DAVID, 1980. A Basic Program for the objective extraction of growth parameters from length frequency data. Draft. ICLARM, Philippines, 20 p.
- PAULY, D. 1991. Growth performance in fishes: Rigorous description of patterns as a basis for understanding causal mechanisms. ICLARM, Philippines, No. 793, Fishbyte 4(3): 3-6.
- PEREZ-VIVAR, T.L., 1995. Sistemática y biogeografía de peces del litoral de Colima, México. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara, 109.
- PRAGER, M. H. 1987. Nolinear parameter estimation for fisheries (FISHPARM), version 2.1S. Elsevier Scientific Publ. Co., Bronxville, NY.
- RAMIREZ-RODRIGUEZ, E. M. 1987a. Análisis preliminares de las pesquerías artesanales del área de Bahía Magdalena, B. C. S., durante 1982 y 1983. Mem. V Simposium de Biología Marina. La Paz Baja Calif. Sur: 149- 154 p.
- 1987b. Abundancia relativa de peces demersales en el Golfo de California durante 1979. Inv. Mar. CICIMAR. 3(2): 31-42 pp.
- RAMIREZ-RODRIGUEZ, M. y C. RODRIGUEZ-M. 1990. Composición específica de la captura artesanal de peces en Isla Cerralvo, B. C. S., México. Inv. Mar. CICIMAR. 5(2): 137-141 pp.
- RICKER, W. E. 1977. The historical development. *In* J. A. Gulland (ed.). Fish Population Dynamics. John Wiley & Sons, Chichester: 1-26.
- RICKER, W. E. 1992. Back-Calculation of fish lengths based on proportionality between scale and length increments. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Canada, 49(5): 1018-1026
- RILEY, J. P. y CHESTER, R. 1989. Introducción a la química marina. AGT, S. A. 459pp.
- RUIZ-DURA, M. F., ORIJEL-ARENAS, Y. y G. RODRIGUEZ-HERNANDEZ, 1970. Líneas de crecimiento en escama de algunos peces de México. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras, Serie Investigación Pesquera Estudio No. 2. 97 pp.
- SAFRAN, P. 1992. Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. Mar. Biol. 112, 545-551
- SAILA, S. B.; J. E. McKENNA, S. FORMACION, G. T. SILVESTRE and J. W. McMANUS, 1996. Empirical Methods and Models for Multispecies Stock Assessment. Chap. 8: 403-472. *In*: GALLUCCI, V. F., S. B. SAILA, D. J.

- GUSTAFSON and B. J. ROTHSCHILD (ed.) Stock Assessment. Quantitative Methods and applications for Small-Scale Fisheries. Lewis Publisher, USA, 527 p.
- SAUCEDO, J. C. y M. RAMIREZ, 1994. Peces de importancia comercial en el Sur del estado de Sinaloa, México. (Pesca Artesanal) Inv. Mar. CICIMAR. 9(1): 51-54 pp.
- SHIRVELL, C. S. 1981. Validity of fin-ray ageing for brown trout. J. Fish Biol. 18: 377-383.
- SPARRE, P. y S. C. VENEMA, 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1- Manual. FAO Documento Técnico de Pesca No. 306/1. Roma, FAO 420 p.
- SUMMERFELT, R. C. y G. E. HALL, 1987. Age and growth of fish. Iowa State University Press/Ames, U. S. A., 544 p.
- TAYLOR, C. C., 1958. Cod growth and temperature. Journal du Conseil, 23 (3): 366-370.
- , 1959. Temperature and growth. The Pacific razor clam. Journal du Conseil, 25 (1): 93-101.
- , 1960. Temperature, growth and mortality-The Pacific cockle. Journal du Conseil, 26 (1): 177-224.
- , 1962. Growth equations with metabolic parameters. Journal du Conseil, 27 (3): 270-286.
- VAN DER HEIDEN, .A. M., 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. Cap. 4: 149-200. In: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.) Rec. Pesq. Pot. de México. La pesca acompañante del camarón. Prog. Univ. de Alimentos. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., INP, UNAM.

