

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO Y LA MORTALIDAD DE *ANISOTREMUS INTERRUPTUS* (GILL) (PERCIFORMES: HAEMULIDAE) EN LA COSTA DE COLIMA, MÉXICO

Elaine Espino-Barr, Manuel Gallardo-Cabello, Fernando González-Orozco y Arturo García-Boa

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un análisis sobre el crecimiento y la mortalidad total y natural del bacoco *Anisotremus interruptus* en las costas de Colima, México. Los parámetros de crecimiento estimados son los siguientes: $L = 50.59$ cm; $W = 5,051.04$ g; $k = 0.147$ año⁻¹; $t_0 = -0.916$ años; $A_{0.95} = 19.46$ años. El periodo de mayor crecimiento lineal ocurre durante el primer año de vida, cuando el bacoco crece 12.52 cm, el segundo año crece 4.95 cm y el tercero, 4.60 cm. Los mayores valores del factor de condición se presentan durante febrero y septiembre. El coeficiente de mortalidad total (Z) es de 0.53 año⁻¹. Estos valores forman parte de la información necesaria para sentar las bases para la administración de la pesquería de esta especie.

PALABRAS CLAVE: *Anisotremus interruptus*, Haemulidae, Crecimiento, Mortalidad

ABSTRACT

Growth and mortality of *Anisotremus interruptus* (Gill) (Perciformes: Haemulidae) on the coast of Colima, México. This paper deals with the growth and mortality analysis of the burrito grunt *Anisotremus interruptus* on the coast of Colima, México. The estimated growth parameters are: $L = 50.59$ cm; $W = 5,051.04$ g; $k = 0.147$ years⁻¹; $t_0 = -0.916$ years; $A_{0.95} = 19.46$ years. Most of the growth occurred during the first year of life, when the grunt grows 12.52 cm, the second year it grows 4.95 cm and the third, 4.60 cm. The highest value of the condition index took place between February and September. The total mortality rate (Z) was calculated as 0.53 years⁻¹. These values are basic for the plan of administration of the fishery of this species.

KEY WORDS: *Anisotremus interruptus*, Haemulidae, Growth, Mortality.

INTRODUCCIÓN

El bacoco *Anisotremus interruptus* (Gill, 1862) es una especie de importancia comercial de la pesca ribereña del estado de Colima, México, habiendo ocupado algunos años (1984 a 1990) entre el segundo y quinto lugar, por su volumen de captura, dentro de su familia (Cruz-Romero *et al.*, 1995 a). Esta especie ha sido poco estudiada; no obstante, se conoce su taxonomía y un poco de su biología y pesquería (Castro-Aguirre, 1978; van der Heiden, 1985; Ramírez-Rodríguez, 1987a y 1987b; Cruz-

Romero *et al.*, 1989; Ramírez-Rodríguez y Rodríguez, 1990; Chávez-Ramos *et al.*, 1994; Saucedo y Ramírez, 1994; Aguilar-Palomino *et al.*, 1996). En la zona de estudio, se ha determinado la edad y el crecimiento de esta especie por medio del análisis indirecto de frecuencia de tallas (Cruz-Romero *et al.*, 1993 y 1995b) y la relación entre parámetros poblacionales y ambientales (Espino-Barr, 2000). Sin embargo, no existen trabajos que analicen el crecimiento de esta especie por medio de datos basados en la determinación de la edad por métodos directos, los cuales corroborarían las estimaciones indirectas, y establecer relaciones talla-edad.

De acuerdo con lo anterior, en el presente estudio se analiza por primera vez el crecimiento en longitud y en peso de *A. interruptus*, empleando datos de edad determinados por medio de la lectura de escamas. Asimismo, se aportan resultados sobre el factor de condición, la longevidad, la mortalidad total, la sobrevivencia y la mortalidad natural, los cuales pueden aplicarse en algunos modelos del rendimiento para conocer los niveles de captura permisibles y determinar puntos de referencia biológicos para el manejo del recurso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante 1986 se muestrearon 300 individuos de bacoco de la captura comercial en el litoral de Colima (Figura 1). La captura se lleva a cabo con línea de mano y redes agalleras de 7.5 a 15.2 cm de ojo de malla. Las tallas obtenidas fluctúan entre 8 y 44 cm de longitud estándar. Con base en el análisis del tamaño de muestra (Zar, 1996) se determinó que la muestra es confiable.

Los datos obtenidos para cada ejemplar fueron: longitud estándar en centímetros (Ls) y peso total en gramos (W). También se colectaron alrededor de 15 escamas de cada individuo, tomadas del área detrás de la aleta pectoral y por debajo de la línea lateral. Las escamas se limpiaron con agua jabonosa, se montaron entre dos portaobjetos y se observaron con luz transmitida, para contar las líneas del crecimiento. El análisis de estas estructuras permitió la identificación de nueve grupos de edad (edad 1- 12.52 cm, 2 - 17.47, 3 - 22.07, 4 - 26.35, 5 - 29.43, 6 - 32.03, 7 - 34.93, 8 - 36.96 y 9 - 38.76), y demostró que el crecimiento de las escamas es proporcional al del pez y que el tiempo de formación de los anillos de crecimiento es de un año (Gallardo-Cabello *et al.*, 2003). Estas longitudes promedio fueron empleadas en la obtención de las constantes de la ecuación de von Bertalanffy (1938), por medio de los métodos de Ford (1933), Walford (1946), Gulland (1964) y Prager (1987). El mejor método se determinó a través del valor mínimo de la suma de las diferencias entre los valores observados y los estimados al cuadrado ($\sum e_i^2$).

La función $W = aL^b$ fue aplicada para obtener la relación peso-longitud, y la “a” (ordenada al origen) fue tomada como el factor de condición (Safran, 1992). El análisis de la significancia de los índices alométricos se llevó a cabo aplicando la prueba de t Student (Mendenhall, 1987; Daniel, 1991). Los datos sobre crecimiento en longitud y la relación peso-longitud fueron empleados para obtener el crecimiento en peso substituyendo L_t y L_{t-1} por W_t y W_{t-1} , respectivamente.

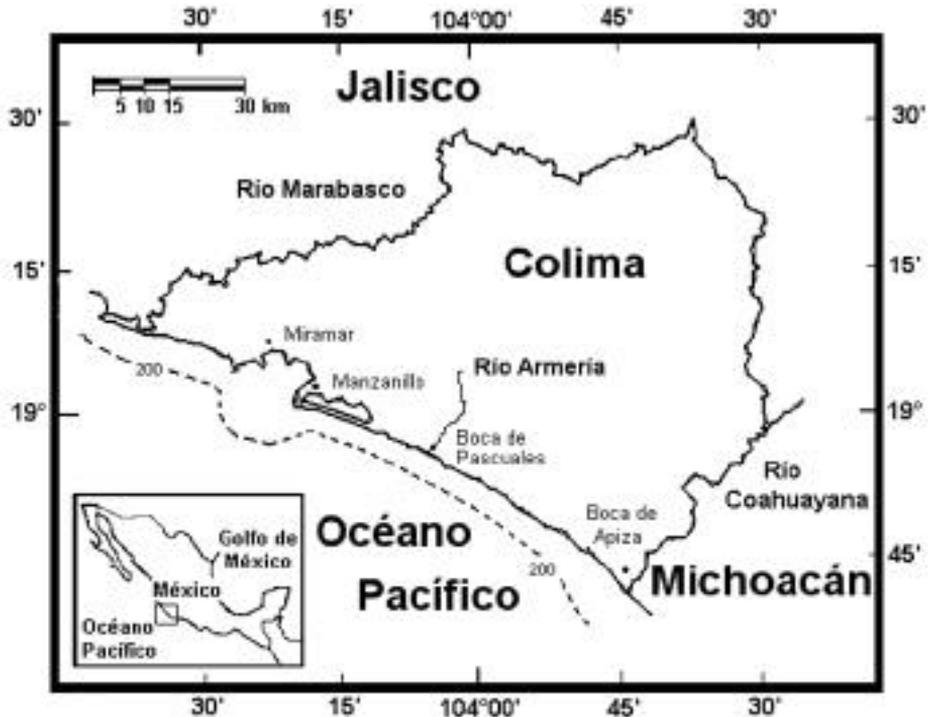


Figura 1. Estado de Colima, isobata de 366 m (200 brazas) y zonas de colecta: Manzanillo, Miramar, Boca de Pascuales y Boca de Apiza.

La ecuación de Taylor (1959) se utilizó en la determinación de la edad límite o longevidad y la mortalidad natural (M). El valor de la mortalidad total (Z) se obtuvo por medio del método de la curva de captura (Sparre y Venema, 1995). La sobrevivencia (S) se calculó por medio de la aplicación de la función de $S = e^{-Z}$ (Ricker, 1975).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento en longitud

Los valores de los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, se muestran en la tabla 1, mientras que en la tabla 2 se observan los valores de la longitud para cada edad. Aunque los métodos presentaron un buen ajuste a los datos observados con respecto a los calculados, el método de Prager (1987) fue el que presentó el mejor ajuste en términos de menor sesgo. La curva de von Bertalanffy se observa en la figura 2.

Los valores de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy para esta especie muestran un crecimiento lento ($k = 0.147/\text{año}$) en el cual el 95 % de la longitud asintótica se alcanza hasta los 22 años de edad aproximadamente. El mayor incremento del crecimiento en longitud se lleva a cabo durante el primer año de vida, en el que los

ejemplares alcanzan una talla promedio de 12.42 cm. Posteriormente la tasa de crecimiento instantánea va disminuyendo gradualmente en relación con la edad, hasta alcanzar la longitud asintótica. La captura comercial está constituida en un 66% por preadultos, siendo los porcentajes de organismos en relación a la edad como sigue: 1 = 23.0, 2 = 22.1, 3 = 21.0, 4 = 16.2, 5 = 10.9, 6 = 4.6, 7 = 1.6, 8 = 0.5 y 9 = 0.1, lo que implica que la mayoría de la población no alcanza la edad de reproducción y puede, muy fácilmente, sobrepescarse.

Tabla 1. Comparación entre los valores de los parámetros del crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy obtenidos mediante diferentes métodos.

Método	L (cm)	k / año	t ₀ (años)	
Ford-Walford, Gulland	51.17	0.143	- 0.961	Presente trabajo
Prager	50.59	0.147	- 0.916	Presente trabajo
Análisis de frecuencia de tallas	48.20	0.130	- 0.011	Cruz-Romero <i>et al.</i> (1993)

Tabla 2. Valores de la longitud para cada edad estimados por medio de la aplicación de la ecuación de von Bertalanffy.

Edad (años)	Valores observados	Valores calc. (Ford-Walford, Gulland)	Valores calc. (Prager)	$\sum e^2$ (Ford-Walford)	$\sum e^2$ (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	38.764	38.8656	38.8135	0.01032	0.00250
10		40.5064	40.4235		
				0.2576	0.2374

No se observaron grandes diferencias entre los valores de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy obtenidos en el presente estudio (Tabla 2) y los expuestos por Cruz-Romero *et al.* (1993), aunque en este trabajo se reconoció el grupo de edad cero a diferencia del análisis mencionado que asigna el primer valor de la curva polimodal al grupo de edad 1. La diferencia entre los totales residuales entre los valores observados y los estimados es de apenas dos centésimas.

Crecimiento en peso

La relación peso longitud es: $W = 0.046 \times Ls^{2.958}$ y la gráfica obtenida puede observarse en la figura 3. El índice alométrico $b = 2.958$ no mostró diferencia

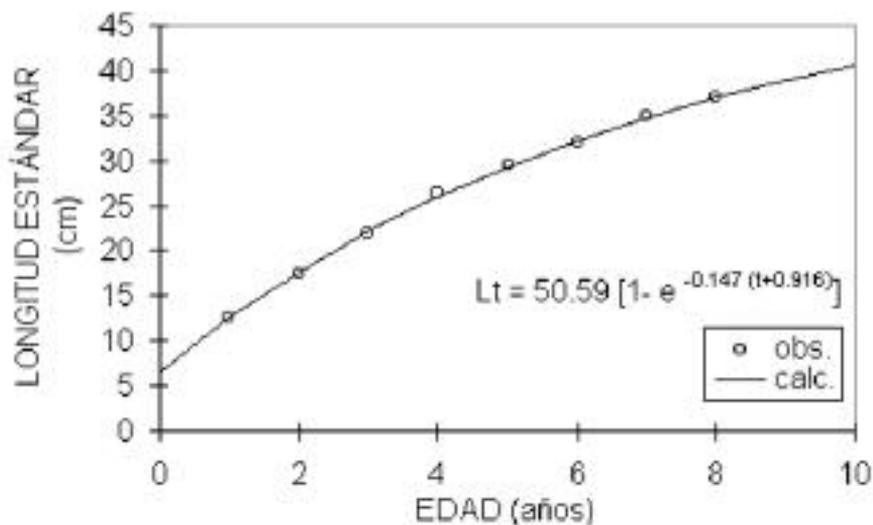


Figura 2. Valores observados y estimados de la relación talla - edad ajustados con los parámetros de crecimiento obtenidos por medio del método de Prager.

significativa a tres ($t = 3.14$, $p > 0.05$), lo que confirma que la relación entre el peso y la longitud es isométrica. La ecuación del crecimiento teórico en peso es útil para su conversión, en la aplicación de modelos de biomasa. En este caso se calculó como sigue:

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

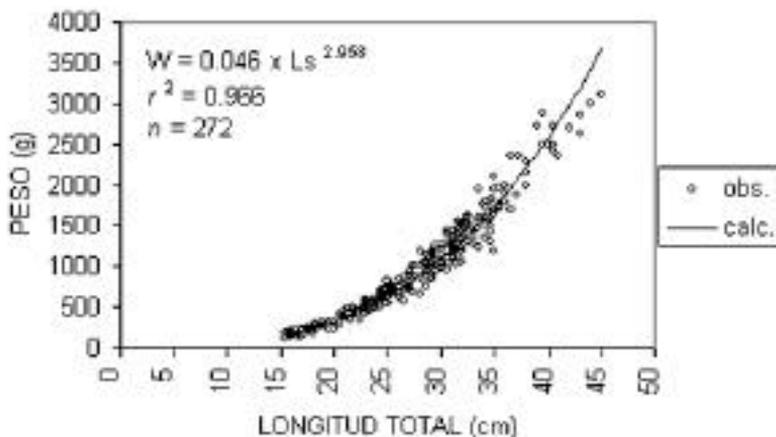


Figura 3. Relación entre el peso (W) y la longitud estándar (Ls) de *A. interruptus*.

En la tabla 3 se observa la relación entre la longitud y el peso para cada edad y en la figura 4 se muestra la curva de crecimiento obtenida, donde se corrobora que la tasa instantánea aumenta conforme el pez incrementa su edad.

Factor de condición.

La tendencia de los valores del factor de condición obtenidos mensualmente y su variabilidad se observan en la figura 5. Los valores en el peso de los organismos muestran la tendencia a incrementarse durante los meses de enero a marzo y de octubre a diciembre, disminuyendo de abril a agosto. Este descenso puede representar períodos posteriores al desove en que el desgaste corporal del pez es grande (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

Tabla 3. Relación edad, longitud y peso estimados del bacoco *A. interruptus*.

Edad (años)	Longitud (cm)	Peso (g)	Tasa instantánea de crecimiento anual 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	1 012.97	305.44
6	32.29	1 337.93	324.96
7	34.79	1 668.58	330.56
8	36.95	1 993.96	325.45
9	38.81	2 306.59	312.18
10	40.42	2 601.23	294.64

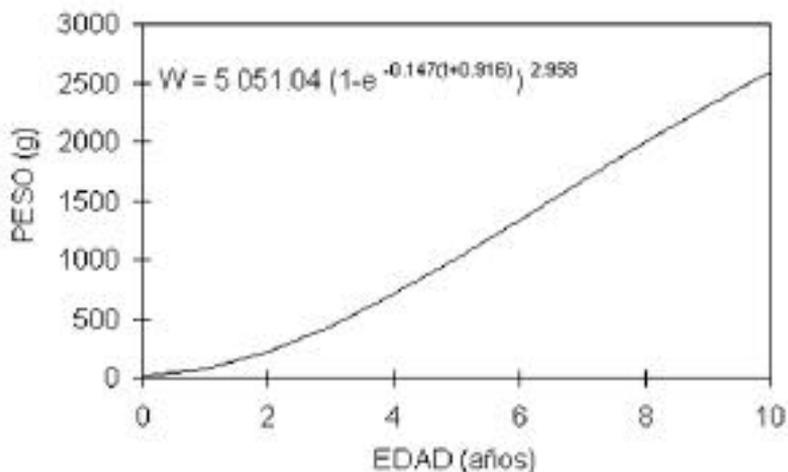


Figura 4. Valores del peso calculado para cada edad por medio de la ecuación de von Bertalanffy.

Longevidad.

La edad límite o longevidad es de 21.29 años, lo que significa que el pez alcanza el 95% de su longitud máxima teórica en este tiempo. Esta especie es longeva, lo que comúnmente sugiere que su crecimiento es lento (Sparre y Venema, 1995).

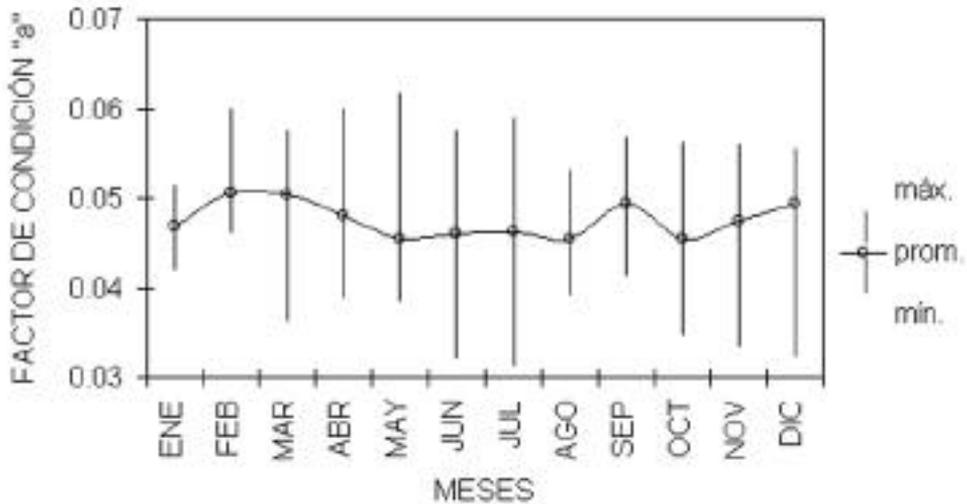


Figura 5. Variación mensual del parámetro “a” (factor de condición) para *A. interruptus* en las costas de Colima, México.

Mortalidad Total (Z).

En la figura 6 se observa la curva de captura obtenida, de la cual se estimó Z en 0.53/año, que 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 se protege a los individuos de menor talla que muy posiblemente no se han reproducido la primera vez. Lo anterior podría llevar a este recurso a un nivel de sobreexplotación, lo que no ha sucedido aún debido posiblemente a que en la pesca artesanal ribereña las capturas efectivas de esta especie no son lo suficientemente grandes como para provocar el agotamiento del recurso. O bien, en algunas épocas del año o inclusive años, disminuye la disponibilidad de los organismos a ser capturados, debido a los movimientos migratorios realizados por las poblaciones de esta especie hacia los fondos blandos (Aguilar-Palomino *et al.*, 1996). También, cabe señalar que las mayores fluctuaciones de los recursos pesqueros ribereños en la costa de Colima, México son producidas por los factores ambientales y no por la explotación pesquera artesanal (Espino-Barr, 2000). El valor de la sobrevivencia (S) es de 0.589, lo que significa que en principio de cada 100 individuos, 41 mueren por mortalidad natural y por pesca.

La aplicación del uso de artes de pesca más selectivos que capturen organismos mayores a los tres años (edad de primera madurez) (Cruz-Romero, com. pers.), permitiría incrementar tanto la biomasa individual como la poblacional, a través del aumento de la longitud y del peso de los individuos, como lograr la protección de los organismos más jóvenes.

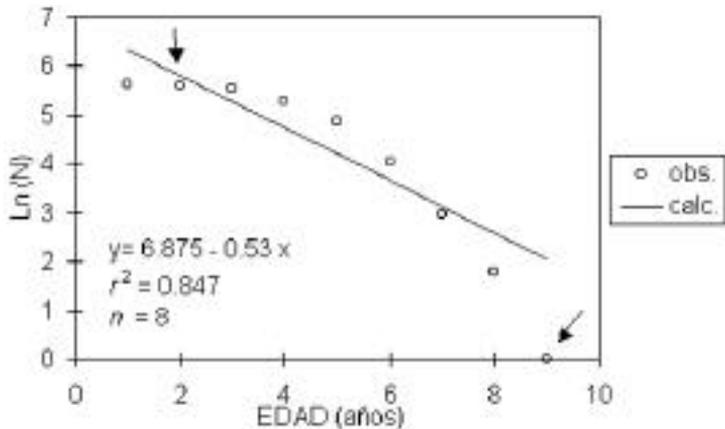


Figura 6. Curva de captura del bacoco *A. interruptus*.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Palomino, B.; J. Mariscal-Romero; G. González-Sansón y L.E. Rodríguez-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.
- Castro-Aguirre, J. L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. *PESCASerie Científica*, 19, 298 p.
- Chávez-Ramos, H.; F. Galván-Magaña; L.A. Abitia-Cárdenas; J. de la Cruz-Agüero y J. Rodríguez-Romero. 1994. La ictiofauna marina de Baja California Sur, México, desde la perspectiva de un trabajo museológico. *Inv. Mar. CICIMAR*, 9(1): 43-49
- Cruz-Romero, M.; E. Espino-Barr y A. Garcia-Boa. 1989. Lista de peces del litoral colimense. *INP/SEPESCA. Serie Doc. de Trab.*, (9):21 p.
- _____.1993. Aspectos poblacionales de cinco especies de la familia Haemulidae (Pisces) en la costa de Colima, México. *Cienc. Pesq.*, 10:43-54.
- _____.1995a. Pesquerías ribereñas del Pacífico mexicano. 28 p. En: *Atlas Pesquero de México y Pesquerías Relevantes*. SEPESCA/INP, CD.-ROM
- _____.1995b. La pesca ribereña en el estado de Colima. *Estudios Jaliscienses*, 20:14-26
- Daniel, W.W. 1991. *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud*. Ed. Noriega-Limusa, México, 667 p.
- Espino-Barr, E. 2000. Criterios biológicos para la administración de la pesca multispecifica artesanal en la costa de Colima, México. Tesis Doctoral, Univ. de Colima, Tecomán, Colima, México, 154 p.
- Ford, E. 1933. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924 to 1933. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 19:305-384.
- Gallardo-Cabello, M.; E. Espino-Barr; F. González-Orozco y A. Garcia-Boa. 2003. Age determination of *Anisotremus interruptus* (Perciformes: Haemulidae) by scale reading, in the coast of Colima, Mexico. *Rev. Biol. Trop.*, 51(2):519-528.
- Gulland, J.A. 1964. *Manual of methods of fish population analysis*. FAO Fish. Tech. Paper., 40, 60 p.

- Mendenhall, W. 1987. Introducción a la probabilidad y la estadística. Ed. Grupo Editorial Iberoamérica, México, 628 p.
- Prager, M.H. 1987. Nonlinear parameter estimation for fisheries (FISH-PARM), version 2.1S. Elsevier Scientific Publ. Co., software. Norfolk, VA, USA.
- Ramírez-Rodríguez, E. M. 1987a. Análisis preliminares de las pesquerías artesanales del área de Bahía Magdalena, B. C. S., durante 1982 y 1983. Mem. VSimp. Biol. Mar. La Paz Baja Calif. Sur, 149-154
- _____. 1987b. Abundancia relativa de peces demersales en el Golfo de California durante 1979. Inv. Mar. CICIMAR, 3(2): 31-42
- Ramírez-Rodríguez., M. y C. Rodríguez. 1990. Composición específica de la captura artesanal de peces en Isla Cerralvo, B. C. S., México. Inv. Mar. CICIMAR, 5(2): 137-141
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can., (191): 382 p.
- Rodríguez-Gutiérrez, M. 1992. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. AGT ed. 79 p.
- Safran, P. 1992. Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. Mar. Biol., 112: 545-551
- Saucedo, J. C. y M. Ramírez. 1994. Peces de importancia comercial en el sur del estado de Sinaloa, México (pesca artesanal). Inv. Mar. CICIMAR, 9(1): 51-54.
- Sparre, P. y S. C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1 - Manual. FAO Doc. Tec. de Pesca, 306/1, Roma, 420 p.
- Taylor, C.C. 1959. Temperature and growth. The Pacific razor clam. J. Conseil, 25(1):93-101
- van der Heiden, A. M. 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. p. 149-200. En: A. Yáñez-Arancibia, (Ed.) Recursos Pesqueros Potenciales de México. La pesca acompañante del camarón. Pub. Inst. Cienc. del Mar Limnol., UNAM, INP/SEPESCA, México
- von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). Human Biol., 10(2):181-213.
- Walford, L.A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull., 90(2):141-147.
- Zar, J.H. 1996. Biostatistical analysis. 3rd ed. Prentice Hall. New Jersey, USA., 662p.

FECHA DE RECEPCIÓN: 08/09/04

FECHA DE ACEPTACIÓN: 04/06/04

DIRECCIÓN DE LOS AUTORES

CRIP-Manzanillo, INP, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima, 28200, México, Tel: (01) (314) 33 32 37 50; Fax: (01) (314) 33 32 37 51; E-mail: elespino@bay.net.mx (E.E.B.); escama@webtelmex.net.mx (F.G.O. y A.G.B.); Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Apartado Postal 70-305, C.P. 04510, México, D.F., E-mail: gallardo@mar.icmyl.unam.mx (M.G.C).

