

Crecimiento y Reproducción de la Mojarra, *Eucinostomus gula* de Celestún, Yucatán, México

G. MEXICANO-CÍNTORA

Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN
Unidad Mérida. Apdo. Postal 73
Cordemex, Mérida
Yucatán, México

RESUMEN

Se realizaron estudios de crecimiento y reproducción de la mojarra blanca *Eucinostomus gula*, capturada por la flota artesanal del puerto de Celestún. Se analizaron datos provenientes de la captura comercial desde octubre de 1986 a septiembre de 1987. La estimación de los parámetros de crecimiento se hizo analizando frecuencias de tallas, empleando el paquete ELEFAN, y a través de la lectura de anillos en escamas, obteniéndose, los valores de: $L = 202$ mm Lf y $K = 0.412$, y para las escamas $L = 214$ mm Lf y $K = 0.34$ (anual). Para determinar el periodo reproductivo de la especie se analizó la variación mensual de las fases de maduración y del índice gonadosomático (IGS). Dicho periodo se estableció entre los meses de abril a agosto, con un pico de mayor intensidad en el mes de abril. Se observaron ejemplares maduros de 90 a 160 mm Lf, y la talla media de madurez para ambos sexos fué de 110 mm.

PALABRAS CLAVE: *Eucinostomus gula*, crecimiento, reproducción, Yucatán, Mexico.

ABSTRACT

This study examines growth and reproduction of *Eucinostomus gula*, a species caught by the small scale fleet of Celestun. Information was collected from October 1986 to August 1987. Growth parameters were obtained by length frequency analysis ELEFAN and identifying annual marks in scales. $L = 202$ mm Lh and $K = 0.412$ yr⁻¹, were obtained by length frequency analyses using ELEFAN and $L = 214$ mm and $Lf k = 0.34$ yr⁻¹ for scales. Monthly variation in maturity stages and the Gonadosomatic Index (IGS) show a seasonal reproduction occurring from April to August, and reaching a maximum in April. Sexual maturity was attained between 90 and 160 mm FL. The mean size at maturity was 110 mm FL for females and 112 mm FL for males.

INTRODUCCION

El crecimiento y la reproducción son aspectos fundamentales en el estudio de la dinámica poblacional y en la evaluación de los recursos sometidos a explotación. Estos procesos interactúan entre sí y con el medio-ambiente determinando en gran parte, las características propias de cada especie.

Se analizan estos aspectos en la mojarra blanca, *Eucinostomus gula* (Pisces: Gerridae), especie euritermohalina asociada a lagunas costeras. En la Sonda de

Campeche se le reporta como un recurso dominante, y residente de la Laguna de Términos, donde ha sido ampliamente estudiada por Yañez-Arancibia *et al.* (1985) y Aguirre-León y Yañez-Arancibia (1986).

En el puerto de Celestún se reporta una gran diversidad de recursos pesqueros. Algunos de estos son capturados por medio de la pesquería artesanal de chinchorro playero, que obtiene más de 50 especies, de las cuales doce representan el 93% del peso total (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1987). Dentro de estas especies se encuentra *E. gula* cuyo volúmen de captura se destina a la elaboración de harina de pescado que se procesa como alimento para animales.

Con respecto a la información reportada para *E. gula* en el puerto de Celestún, solo se tiene la indicada por Arreguín-Sánchez *et al.*, (1987), quienes estiman los parametros de crecimiento de *E. gula*, basandose en el método indirecto de Cassie. Dada la importancia de la especie en la región se realizó el presente estudio, analizando algunos aspectos de reproducción y crecimiento, el cual contribuye al conocimiento biológico de la mojarra blanca, *E. gula*, que se captura en Celestún, Yucatán.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un muestreo mensual de las capturas comerciales de chinchorro en el puerto de Celestún, Yucatán, que se ubica al sureste del Golfo de México y al oeste de la Península de Yucatán (Figura 1). El muestreo se realizó de octubre de 1986 a septiembre de 1987. Se obtuvieron aproximadamente 30 ejemplares por mes (270 para escamas y 330 para gónadas). Se pesaron (g), se midieron (Lf, en mm), así como se extrajeron y pesaron las gonadas, fijandolas en formol al 4%. Se extrajeron algunas escamas de cada ejemplar y se obtuvieron datos de longitud furcal ($n = 7900$), agrupandose en distribuciones de frecuencia, en intervalos de 5 mm (Wolff, 1989). Para el análisis de la reproducción, las gónadas fueron analizadas siguiendo el esquema de cinco estadios de Snyder (1983): E-I, inmaduro, E-II, en maduración, E-III, maduro, E-IV, desovado y E-V en reposo. Se calculó el índice gonadosomático (IGS) promedio mensual de los individuos maduros (Anderson y Gutreuter, 1983).

La longitud del pez al alcanzar la madurez sexual se determinó por el procedimiento gráfico de Finucane y Collins (1986), quienes registran aquella clase de longitud a la cual el 50% de los individuos están maduros sexualmente.

Para el análisis de crecimiento, los anillos en las escamas fueron identificados siguiendo los criterios de Rufz-Dura *et al.* (1970), Bagenal y Tesch (1978), Brothers (1982) y Jearld (1983) para reconocer anillos. Se midió el radio de las escamas y los radios para cada uno de los anillos y se estimó la relación correspondiente.

Se utilizó la técnica de retrocálculo, con la relación del largo del pez y la escama, substituyendo las constantes en la ecuación propuesta por Fraser (1916) y Lee (1920) citados por Bagenal y Tesch (1978).

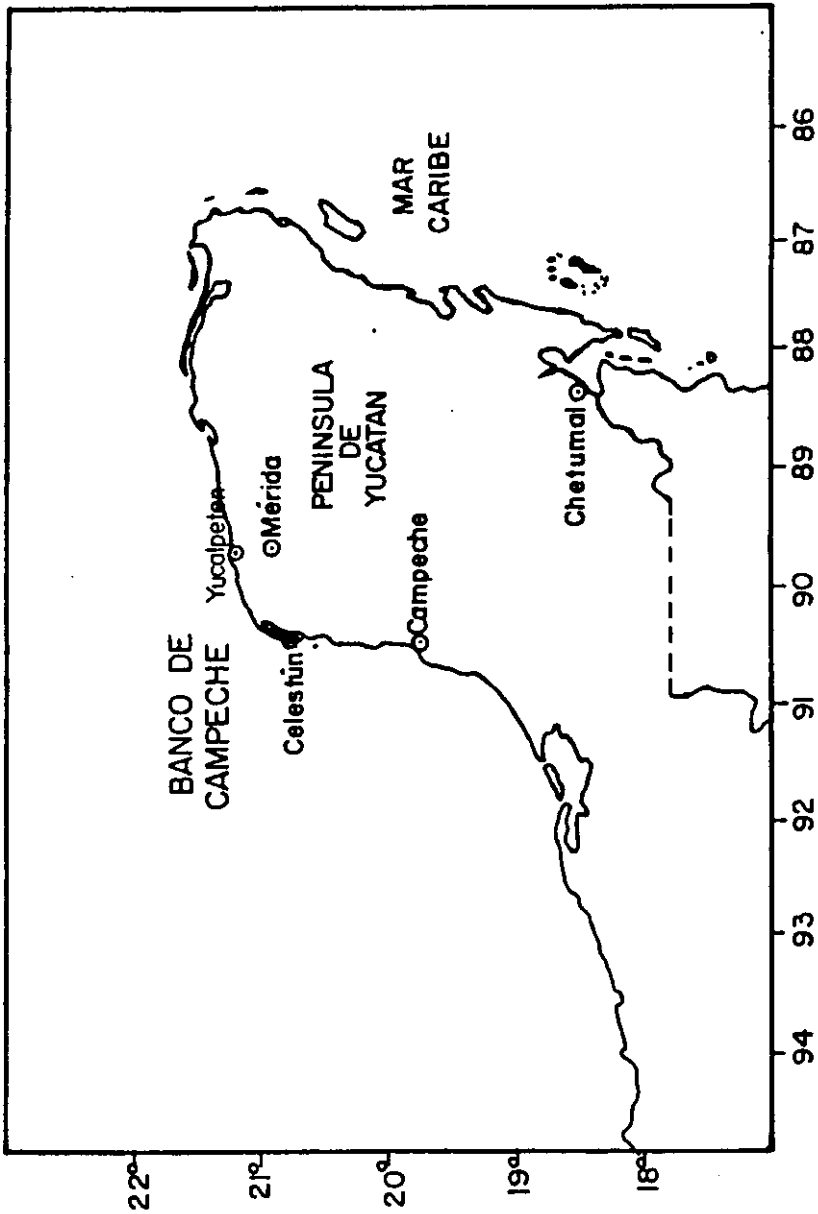


Figura 1. Area de estudio. Ubicación del Puerto de Celestún, al occidente de la Península de Yucatán.

Se estimaron las longitudes medias y se obtuvieron los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy (K y L) a través del método de Ford Walford (Ricker, 1975).

Por otro lado, también se analizó el crecimiento por medio del sistema ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis) de Pauly y David (1981) basado en el análisis de composición por longitudes de la población, que supone que el crecimiento individual se representa de manera adecuada por la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy e implica una temporalidad anual. Este método utiliza un procedimiento gráfico y numérico que indica la mejor combinación de parámetros K y L. Para estimar el parámetro t_0 , en ambos casos, se utilizó la ecuación empírica de Pauly (1979).

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de la temperatura y la precipitación reportadas para la región en el período de estudio (Figura 2), permitió comprender más acertadamente los procesos de reproducción y el crecimiento que presenta la especie. Se encontró que los datos se ajustan a la épocas climáticas reportadas por Yañez-Arancibia *et al.*, (1985): nortes (octubre-febrero), secas (febrero-mayo) y lluvias (junio-septiembre). La presencia de nortes o frentes fríos al finalizar el año originaron una disminución de la temperatura hasta el mes de enero o febrero, donde comenzó el período de secas y la elevación de la temperatura hasta el mes de mayo, donde se registró la temperatura más alta y a partir de este mes se iniciaron las lluvias, que finalizaron en el mes de septiembre.

Para la reproducción se analizaron las gonadas de once meses (Figura 3). En general se observó un porcentaje bajo de machos en todo el muestreo (1:1.5), como consecuencia de una diferente distribución biotópica de ambos sexos. En las muestras predominaron las gonadas inmaduras (E-I), y las maduras solo se registraron de abril a agosto. Con respecto a la variación mensual de las etapas de madurez sexual, se observó que durante los primeros meses de muestreo (oct., nov. y dic.), que corresponden a los meses de nortes o frentes fríos en la región, disminuyó el número de individuos en reposo (E-V), desaparecieron los individuos desovados (E-IV), y aumentaron hasta los primeros meses del año, los juveniles inmaduros. A partir de abril (fin secas), se registran individuos de tallas mayores en proceso de maduración (E-II) y maduros (E-III), además de algunos individuos desovados (E-IV), y en éste mismo periodo se observó un incremento de la temperatura en la región. En los siguientes meses, las etapas señaladas anteriormente varían en porcentaje pero se manifiestan hasta el mes de agosto, con la mayor proporción de E-III en abril y en segundo lugar en agosto. De la misma forma, agosto se caracteriza por presentar pocos individuos inmaduros y una proporción elevada en reposo, la cual disminuye en septiembre, donde aumentan los inmaduros.

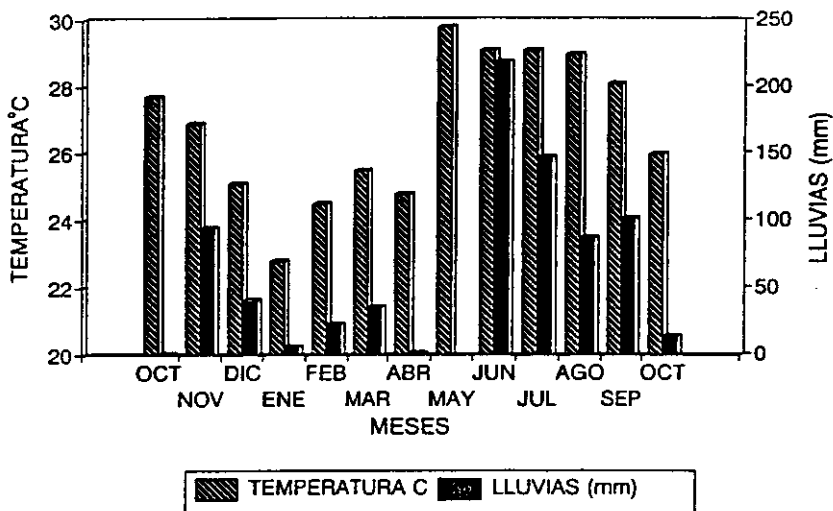


Figura 2. Variación de la temperatura ambiental y precipitación pluvial registradas en el puerto de Celestún, Yucatán, para el periodo octubre de 1986 a octubre de 1987 (Datos reportados por la Comisión Nacional del Agua).

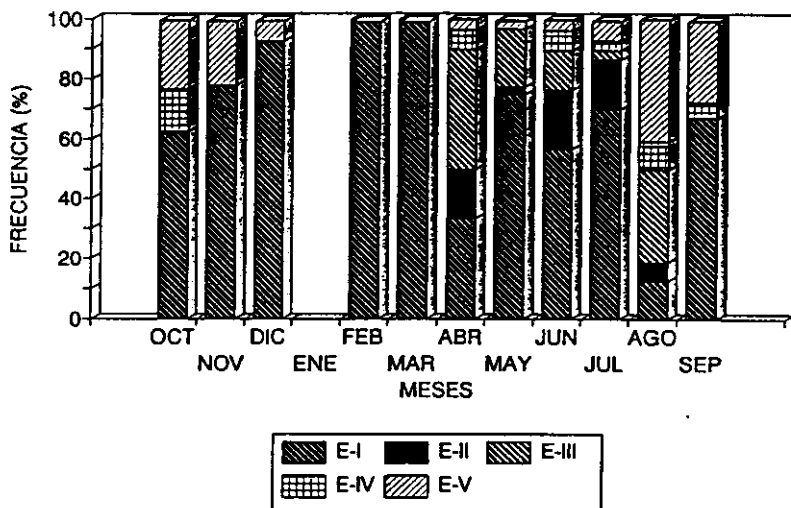


Figura 3. Variación mensual de los estadios de madurez de *Eucinostomos gula*, capturada en Celestún, Yucatán.

Las características antes señaladas se encuentran relacionadas con la variación mensual del IGS promedio de los organismos maduros (Figura 4), donde se observa que el máximo valor se ubica en el mes de abril y aparentemente continua con pulsos hasta el mes de agosto, para descender en el mes de septiembre (inician los nortes). De tal forma la reproducción de *E. gula* aparentemente tiene lugar desde el mes de abril (fin secas) hasta el mes de agosto (fin lluvias), con un pulso fuerte en abril. Resultados similares son reportados por Aguirre-León y Yañez-Arancibia (1986) quienes encuentran estadios juveniles y larvarios durante la primavera y el verano en la Laguna de Términos.

Con respecto a las tallas de maduración (Figura 5), se registraron ejemplares en proceso de maduración y maduros desde 90-160 mm. Lf, con una talla promedio de 110 mm Lf para hembras, 112 mm Lf para machos (110 mm Lf para ambos sexos).

En relación a los resultados de crecimiento se consideró que las escamas fueron estructuras adecuadas para el análisis. La identificación de los anillos verdaderos y la medición de los mismos, se realizó por triplicado, y con la ayuda de un segundo lector.

Se obtuvo el incremento marginal promedio (Figura 6) y se registró el máximo valor en el mes de marzo para descender en mayo, relacionándose con la elevación de la temperatura en la zona, el inicio del período de lluvias y la reproducción de la especie. Posteriormente se observa una caída menor en el mes de diciembre, que se relaciona con la presencia de anillos secundarios registrados en las escamas y la disminución de la temperatura en la región por la entrada de los nortes. De esta forma se considera que se forman dos anillos anuales en las escamas. Estas características fueron reportadas también por García-Arteaga (1992) para las especies de Cuba, señalando que la acción combinada de los elementos endógenos (ritmo circadiano) y exógenos (fluctuaciones del medioambiente) determina la formación de los dos anillos anuales. De la misma forma, Bustamante *et al.* (en prensa) citados por García-Arteaga (1992) señalan que la formación de los anillos en estructuras óseas está en relación a dos períodos anuales de acumulación de grasa en el organismo: noviembre-diciembre y mayo-junio, existiendo una estrecha relación entre el metabolismo lipídico y el calcio, reconociéndose en general como anillo anual, al anillo primaveral que corresponde con la reproducción.

La relación del radio de la escama y la longitud del pez (Figura 7) fue: $L = 23.6 + 18.2 (Re)$, con $n = 268$ y $r = 0.81$. A partir de esta relación, se aplicó el retrocálculo (Tabla 1). La muestra comprendió tallas de 53-164 mm Lf y un valor medio de 97.3 mm Lf. Se encontraron hasta seis anillos, que no fueron considerados anuales, sino semestrales, y en las muestras predominaron los ejemplares con dos y tres anillos. Se evaluó la talla media para cada grupo de

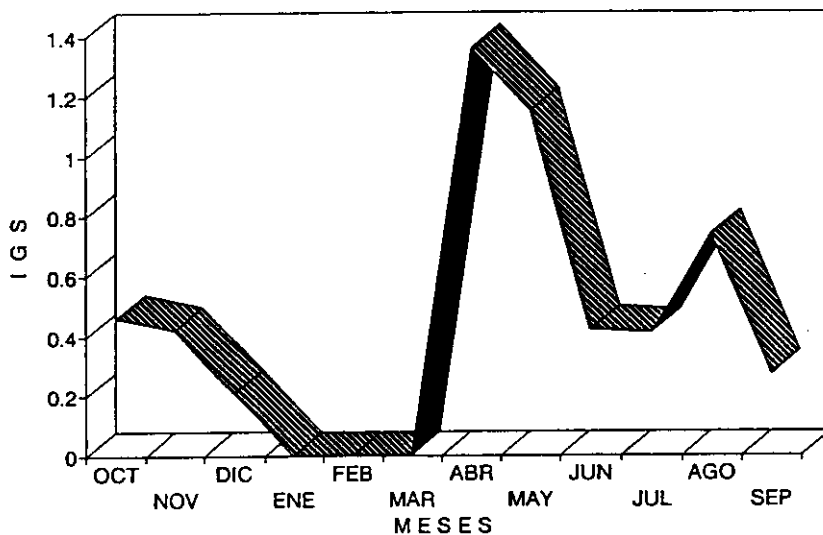


Figura 4. Cambios mensuales, registrados en el índice gonadosomático (IGS).

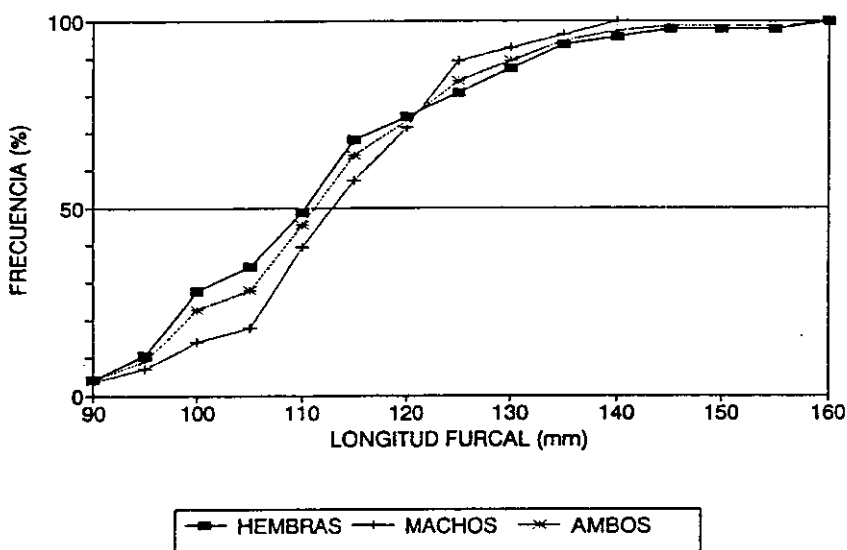


Figura 5. Tallas medias de madurez, estimadas para ambos sexos, y representadas al 50% de los individuos maduros.

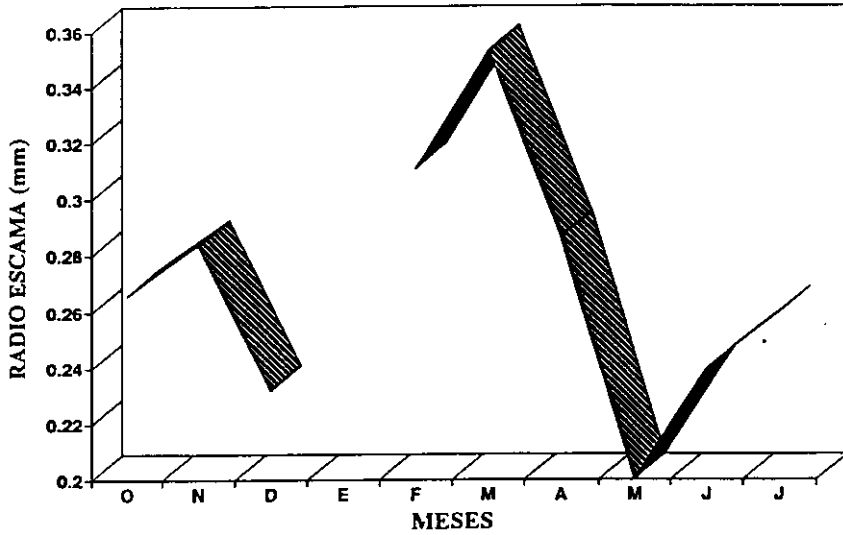


Figura 6. Variación del incremento marginal registrado en las escamas de *Eucinostomus gula*.

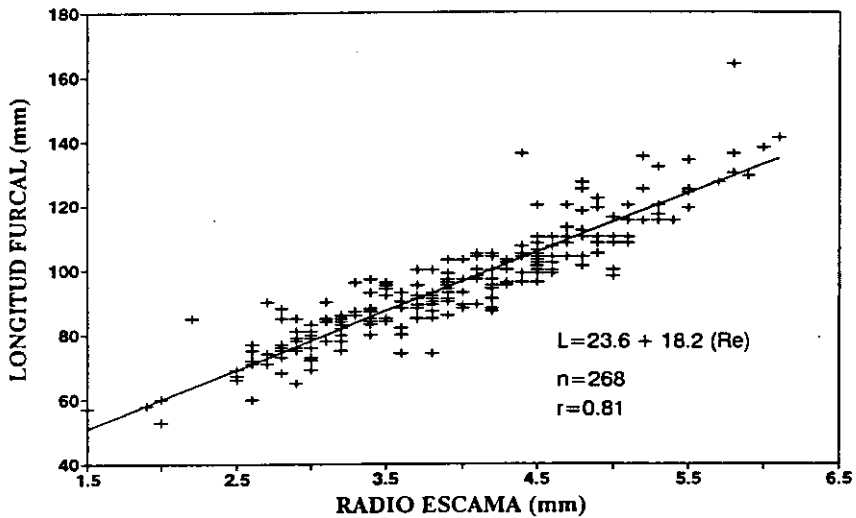


Figura 7. Relación del radio de las escamas y la longitud furcal de *Eucinostomus gula*.

Tabla 1. Resultados del retrocálculo en escamas.

ANILLO	TALLAS	TALLA	DESV	ANILLO	OBS.		MEDIA EST			
	n	(Lf-mm)	(Lf-mm)		1	2	3	4	5	6
0	6	53-72	62							
1	46	60-90	77	7	70.8					
2	121	74-118	94	8	68.1	87.2				
3	83	97-135	111	9	69.8	89.8	107.8			
4	10	124-141	133	5	72.5	93.7	115.7	128.9		
5	1		143	0	79.2	97.7	116.2	134.8	140.9	
6	1		164	0	76.8	98.6	115.6	132.5	144.6	154.6
Total	268		Long. media		72.9	93.4	113.8	132.1	142.8	154.3
			Increm.			20.5	21.4	18.3	10.7	11.6
			n		262	216	95	11	1	1

edad y se estimaron los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy: $K = 0.17$ (semestral) y 0.34 (anual), $L = 214.57$ y $t_0 = -0.283$.

Con respecto al método de ELEFAN, se analizaron 9 muestras mensuales cuyas distribuciones de frecuencia variaron de 50-180 mm Lf. Los resultados obtenidos inicialmente, presentaron varias posibles combinaciones de parámetros (K y L), a través de la superficie de respuesta y la selección de los valores que maximizaron la función de optimización no resultó fácil. Se debió tomar en cuenta las características biológicas reportadas para la especie y las tallas máximas observadas en las muestras. Los parámetros obtenidos después del análisis fueron: $K = 0.412$, $L = 202.6$ y $t_0 = -0.236$, con un valor de optimización $R_n = 255$.

Al representarse estos parámetros y los obtenidos con las escamas en forma gráfica (Figura 8) se observan las curvas de crecimiento correspondientes. Estas reflejan un crecimiento acelerado debido a que durante los dos primeros años de vida la especie alcanza más del 50% de la talla máxima, lo que le permite evadir, en cierta forma, la presión de depredación, alcanzando la madurez sexual rápidamente (110 mm Lf = dos años). A partir de este momento se desarrollan los productos sexuales, acumulando grasa para la reproducción y disminuyendo la velocidad del crecimiento somático.

Al comparar los resultados de crecimiento obtenidos con los métodos aplicados y los reportados para la especie (Tabla 2) se observa variación en los datos, sobre todo en lo que respecta al parámetro K , cuyo valor en escamas resultó menor a los valores obtenidos con métodos basados en análisis de frecuencias de tallas. Al respecto, Pauly y Munro (1984) recomiendan la utilización del índice Phi prima, (Φ') debido a que los parámetros K y L se encuentran interrelacionados y la comparación directa con otros parámetros

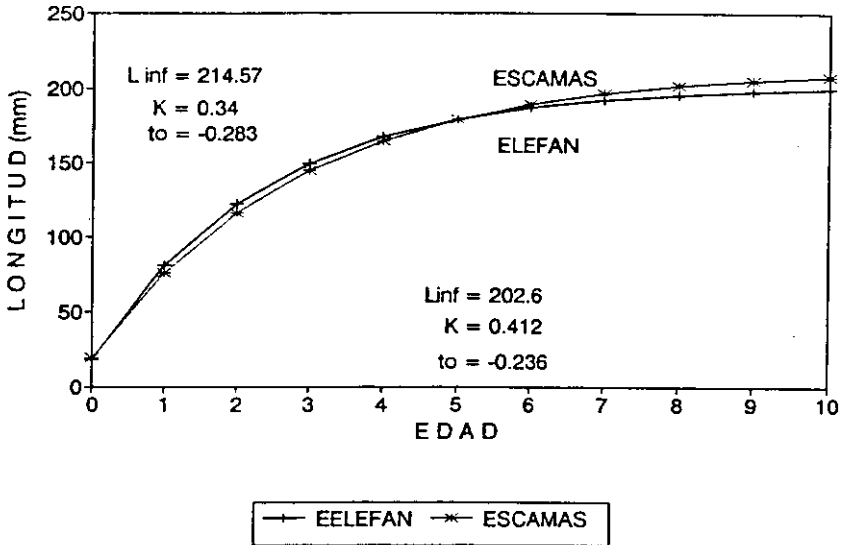


Figura 8. Curvas de crecimiento de *E. gula*, obtenidas con los métodos de lectura de escamas y ELEFAN.

Tabla 2. Parámetros de crecimiento estimados y reportados para *E. gula*.

	ESTE ESTUDIO ESCAMAS	AGUIRRE ELEFAN	ARREGUIN (1) ELEFAN	(2) CASSIE
K	0.34	0.412	0.50	0.48
L	214.6	202.6	200	216
t_0	-0.283	-0.236	*-0.193	-0.197
Rn		255		
Phi prima	4.19	4.22	4.30	4.43

(1) Aguirre-León citado por Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1988)

(2) Arreguin-Sánchez *et al.* (1987)

*Estimado en este estudio.

puede mostrar grandes variaciones. Al estimar este índice (Tabla 2) se observa una menor variación de los resultados, y de esta forma se consideran adecuadas las estimaciones de crecimiento realizadas en este estudio.

Paralelamente también se estimó la relación peso-longitud (Figura 9) y se encontró que el peso es igual: $P = 7.9 \cdot 10^{-6} \cdot L^{3.25}$, con $r = 0.95$ y $n = 275$. El valor del exponente b (3.25) nos indicó que el crecimiento de la especie tiende a ser de tipo isométrico. La relación obtenida para la totalidad de los datos muestreados reflejó condiciones generales de la especie para el área de estudio, sin embargo esta relación varía dependiendo de la temporada del año o del estado de madurez de los individuos.

CONCLUSIONES

Se observó que la estacionalidad de los procesos biológicos de reproducción y crecimiento de la especie se ve influenciada por los cambios climáticos que se registran en el área de estudio, de tal forma que la mojarra blanca, *Eucinostomus gula*, en el área de Celestún, aparentemente se reproduce de abril a agosto con

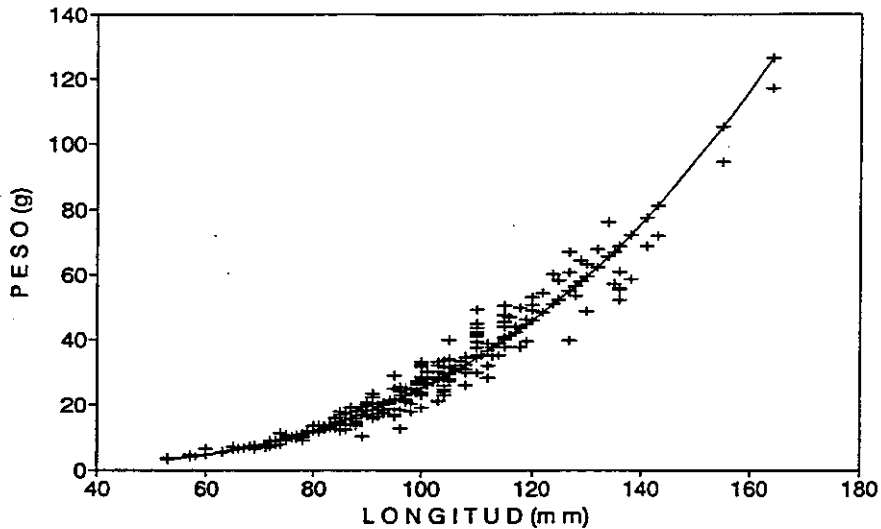


Figura 9. Relación peso-longitud de *Eucinostomus gula* obtenida con muestras de chinchorro de octubre de 1986 a septiembre de 1987. $P = 7.9 \cdot 10^{-6} \cdot L^{3.25}$; $r = 0.95$ y $n = 275$.

un pico de desove en abril. Las tallas de madurez registradas fueron: 110 mm Lf para las hembras y 112 mm Lf para machos, con una relación sexual de 1:1.5 a favor de las hembras.

Se consideró que las escamas fueron estructuras óseas adecuadas para el análisis de crecimiento de la especie, y en donde se forman dos anillos anuales. Los parámetros de crecimiento obtenidos con el método de lectura de escamas y el ELEFAN, arrojaron resultados semejantes en las tallas correspondientes para cada edad y los parámetros obtenidos fueron: a.) Escamas: $K = 0.34$ (anual) $L = 214.6$ y $t_0 = -0.283$ b.) ELEFAN : $K = 0.41$, $L = 202.6$, $t_0 = -0.236$ (Rn 255) Los resultados obtenidos se consideran preliminares, para la especie en la región y se recomienda continuar los estudios para contar con bases más firmes que den la pauta para evaluar el recurso que se encuentra sometido a explotación por la pesquería artesanal de chinchorro.

LITERATURA CITADA

- Aguirre-León, A. y A. Yañez-Arancibia, 1986. Las mojarras de Laguna de Términos, Campeche: Taxonomía, biología, ecología y dinámica trófica (Pisces: Guerridae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Auton. México* **13** (1):343-369.
- Anderson, R.O. and S.J. Gutreuter. 1983. Length, weight and associated structural indices. Pages 283-299 en: L.A. Nielsen and D.L. Johnson (eds.) *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Arreguín-Sánchez, F., E.A. Chávez, C.A. Martínez, J.A. Sánchez, M.A. Olvera y P. Castañeda. 1987. Análisis integral de la pesquería de chinchorro del puerto de Celestún, Yucatán, México. 25 Aniv. Inst. Nal. Pesca. SEPESCA, CRIP-Yucalpeten, Yucatán, México.
- Bagenal, T.B. y F.W. Tesch. 1979. Age and growth. Pages 101-136, En: T.B. Bagenal (ed.) *Methods for production in freshwater*. Blakwell Scientific Publication, Oxford.
- Brothers, E.B. 1982. Aging reef fishes. Pages 3-23. En: G.R. Hunstman, W.R. Nicholson and W.W. Fox, eds. *The biological bases for reef fishery management*. National Marine Fisheries Service. NOAA Southeastern Fisheries Center-80 Miami, Florida.
- Finucane, J. H. and L.A. Collins. 1986. Reproduction of spanish mackerel *Scomberomorus maculatus* from the Southeast United States. *Northeast Gulf Science*. **8** (2): 97-106.
- García-Arteaga, J.P. 1992. Edad y crecimiento de algunos peces neríticos de Cuba. Resumen Tesis Doctoral en Ciencias Biológicas, La Habana, Cuba. 38 pp.

- Jearld, A. Jr. 1983. Age determination. Pages 301-324. En: N.A. Nielsen y D.L. Jonhson, (eds.) *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Bethesda.
- Pauly, D. 1979. Theory and management of tropical multispecies stocks: a review, with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. *ICLARM Stud. Rev.* 1 :35 pp.
- Pauly, D. y N. David 1981. ELEFAN I: a basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung*. **28** (4):205-211.
- Pauly, D. y J.L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte* **2** (1):21.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Fish Res. Brd. Can. Bull.* **191**, 395 pp.
- Rufz-Dura, M.F., Arena-Orijel, y G. Rodríguez. 1970. Líneas de crecimiento en escamas de algunos peces de México. Inst. Nat. Invest. Biol. Pesq. Serie Investigación Pesquera. Estudio 2, 100 pp.
- Snyder, D.E. 1983. Fish and larvae. Pages 188-197 en: L.A. Nielsen and D.L. Johnson, eds. *Fisheries Techniques*, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Wolff, M. 1989. A proposed method for standarization of the selection of class intervals for length frequency analysis. *Fishbyte* , **7** (1):5
- Yañez-Arancibia, A., A.L. Lara-Domínguez, A. Aguirre-León, S. Dfáz-Ruiz, F. Amezcua-Linares, D. Flores-Hernández y P. Chavance. 1985. Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: Factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción. Pages 311-366. En: A. Yañez-Arancibia ed. *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, 654 pp.
- Yañez-Arancibia, A. y P. Sánchez-Gil. 1988. Ecología de los recursos demersales marinos. *Cap. 8*:175-205. A.G.T. Editor, S.A., México, D.F. 228 pp.