

**Ecophysiological Significance of Body Fatness on Biological
Cycles of Tropical Marine Fishes:
Experience on Cuban Species**

G. BUSTAMENTE

Nature Conservancy

1301 Memorial Drive

Coral Gables, FL 33124-0421

USA

ABSTRACT

The strong relationship between seasonal fluctuation of body fatness (as an indicator of lipid metabolism), and water temperature and reproductive, feeding and growth processes on fishes inhabiting high and temperature latitudes has been widely reported. Nevertheless, in Cuban waters (a typically tropical environment), a smooth annual variation of water temperature (5-6 °C average) and quality and quantity of food showed a significant effect on physiological rhythm of 10 fish species of the families Lutjanidae, Haemulidae, Carangidae and Clupeidae.

Investigations on the dynamics of several morphophysiological indices and lipid content on tissues and organs of these fishes demonstrated that body fatness plays an important role on physiological adaptation of individuals and populations to a not so stable environment. This physiological rhythm has a marked effect on annual cycle of reproduction and growth intensity in each species. In addition, marked ontogenetic dynamics of physiological condition of fish during its biological cycles was observed.

Corvina Plateada (*Cynoscion nothus*): Análisis de Edad y Crecimiento por Métodos de Frecuencias de Longitud

Silver Seatrout (*Cynoscion nothus*): Age and Growth Analysis Using Length-Based Methods

D. FLORES-HERNÁNDEZ¹, F. ARREGUÍN-SÁNCHEZ^{1,2},

J. RAMOS-MIRANDA¹, J. A. SÁNCHEZ¹, y P. SÁNCHEZ-GIL¹

¹ Programa de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX), Universidad Autónoma de Campeche. Apartado Postal 520, Campeche, 24030, Campeche, México.

² Centro de Investigación y Estudios Avanzados del INP, Apartado Postal 73-Cordemex. 97310, Mérida, Yucatán, México.

ABSTRACT

Survey data of catch-at-length composition collected from coastal waters of the Campeche Bank during 1978 to 1985 were used to build an artificial year in order to estimate age and growth of the silver seatrout *Cynoscion nothus*. Three methods were applied: Shepherd's length composition analysis, SLCA; the Projection Matrix Method, PMM; and the Electronic length Frequency Analysis, ELEFAN; using the LFDA software. Results with SLCA and ELEFAN gave similar growth pattern ($\phi' = 4.68$) with values of the von Bertalanffy growth equation $k = 0.223$ (annual); $L = 442$ mm; and $t_0 = -0.265$ years. About PMM, results shown a lower value for the growth rate ($K = 0.17$), but similar for L . Results are discussed considering the algorithms of each method and representativeness of samples in both senses, the consequences of biased samples and the inherent assumptions around the artificial year.

KEY WORDS: *Cynoscion nothus*, growth, length-frequency analysis, Southern Gulf of Mexico

RESUMEN

Los datos de la composición de frecuencias de longitud colectados en las aguas costeras del Banco de Campeche durante el período 1978-1985, fueron utilizados para construir un año artificial, con el propósito de estimar edad y crecimiento de la corvina plateada *Cynoscion nothus*. Se utilizaron tres métodos: Análisis de composición de longitud de Shepherd, SLCA; el método de Matriz de proyección, PMM; y el Análisis Electrónico de Frecuencia de Longitud, ELEFAN; utilizando el paquete LFDA. Los resultados con SLCA y ELEFAN dieron patrones de crecimiento similares ($\phi' = 4.68$) con valores de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy de $K = 0.223$ (anual); $L = 442$ mm; y $t_0 = -0.265$ años. En cuanto al PMM, los resultados muestran un valor más bajo para la tasa de crecimiento ($K = 0.17$), pero similar para L . Los resultados son discutidos considerando los algoritmos de cada método, la representatividad de

los muestreos y las consecuencias de las muestras sesgadas; así como las consideraciones inherentes alrededor del año artificial.

PALABRAS CLAVE: *Cynoscion nothus*, crecimiento, Análisis de frecuencias de longitud, Sur del Golfo de México

INTRODUCCION

Las corvinas son un recurso pesquero de gran importancia en el sur del Golfo de México y el Caribe. Las capturas son sostenidas por las corvinas plateada (*Cynoscion nothus*), de arena (*C. arenarius*) y pinta (*C. nebulosus*); esta última es más apreciada por su talla y su mayor abundancia. Aunque son capturadas a lo largo del litoral del Golfo, en la Zona Norte del Estado de Campeche, las corvinas plateada y de arena son capturadas como especie objetivo por los pescadores ribereños (Flores Hernández *et al.*, 1991). El contexto general de la pesca en el sur del Golfo, está dominado por una fuerte tendencia al incremento de embarcaciones ribereñas, lo cual implica un aumento en la intensidad de pesca de los recursos costeros (Ramos Miranda *et al.*, 1991).

La corvina plateada está ampliamente distribuída en el Golfo de México; encontrándose en el Atlántico occidental desde la Bahía de Chesapeake hasta la Sonda de Campeche, México. En el sur del Golfo, los aspectos sobre la biología y ecología de esta especie han sido estudiados por Tapia García *et al.*, 1988a. Estos autores reportan que la biomasa de la población es afectada por los movimientos de la especie entre la zona oceánica y las áreas de influencia estuarina; además de la llegada de reclutas principalmente en junio y noviembre. Estos movimientos, se llevan a cabo en la época de reproducción (mayo a junio y octubre a diciembre) hacia las áreas de apareamiento cercanas a la costa a profundidades inferiores a 15m. Tapia García *et al.* (1988b), encuentran un período de reproducción y reclutamiento muy semejante para la corvina de arena *C. arenarius*. Estos autores reportan que la madurez gonádica, es alcanzada a los 160 mm de longitud total (LT).

En cuanto aspectos de dinámica poblacional, indican que no existen diferencias en la mortalidad total entre sexos, reportando un coeficiente instantáneo de mortalidad total $-Z=0.0489/\text{mm}$.

Un manejo adecuado de estos recursos depende del conocimiento de la ecología y de la dinámica poblacional de estas especies. En este contexto, el presente trabajo trata sobre el análisis del crecimiento de la corvina plateada *C. nothus*, mediante el análisis de frecuencias de longitud.

METODOS

Los datos de frecuencias de longitud total (LT), provienen de 11 cruceros experimentales (Tabla 1), realizados en el sur del Golfo de México en el litoral del Estado de Veracruz y la Sonda de Campeche, hasta el norte de la Península

Proceedings of the 45th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

Tabla 1. Frecuencias de talla de la corvina plateada *Cynoscion nothus* en el Golfo de Mexico.

LONG (MM)	FEB	MAR	ABR	JUN	JUL	AGO	OCT	NOV
25				2				
35								5
45	4	2						59
55		4	1					96
65		9	6	1	1			45
75	69	8		2				30
85	180	16	1	6	1			34
95	69	18	4	1				25
105	19	19	11	2	2			9
115	7	13	31		2		1	5
125	8	15	35	1	3			4
135	16	23	22	1	3			2
145	43	26	8		4		1	1
155	47	22	14	2	20	6	2	2
165	18	23	14	4	46	11	17	1
175	1	18	9	3	31	4	42	1
185	2	18	1	5	8	3	42	2
195		20	1	3	6		25	1
205	2	4		5	2	1	12	1
215		1		1			2	
225		1	3	2		1	1	
235		1	1	1	1	1	1	1
245			1	1				
255								1
265			1					
275								
285								
295				1				
305								
315			1					
325		1	1					
Total	485	262	168	42	130	29	145	324

de Yucatán (Figura 1). Las capturas fueron realizadas con una red camaronera de tipo comercial, entre junio de 1978 y enero de 1985. Los detalles de las capturas se encuentran reportados en los trabajos de Sánchez-Gil *et al.* (1981), Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1986) y Yáñez-Arancibia *et al.* (1985).

Los tres métodos utilizados para estimar edad y crecimiento de *C. nothus* suponen que la especie crece de acuerdo a la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy (ECVB) descrito por la ecuación:

$$L_t = L [1 - \exp^{-K(t-t_0)}] \quad (1)$$

donde:

L_t = longitud media a la edad t

L = longitud máxima asintótica

K = tasa de crecimiento

t_0 = edad estimada para una longitud cero

El programa ELEFAN I identifica picos y valles en las distribuciones de frecuencia de longitudes y estima la curva de crecimiento que pasa a través de un máximo número de picos, (Pauly *et al.*, 1984; Pauly, 1987). El criterio de selección se basa en un índice de bondad de ajuste dado por la relación ESP/ASP, donde ESP = "Suma de picos explicados" y ASP = "Suma de picos disponibles".

El método de Shepherd (1987a), "SLCA" esta basado en una función cosenoidal cuyos valores son independientes del número y posición de moda en las distribuciones de frecuencia, cuya forma es:

$$T(t) = \left\{ \left[\frac{\sin \left(\frac{t - t_{\min}}{t_{\max} - t_{\min}} \right)}{\left(\frac{t_{\max} - t_{\min}}{2} \right)} \right] \cos 2 \left(\frac{t - t_s}{t_{\max} - t_{\min}} \right) \right\} \quad (2)$$

donde:

t_{\max} y t_{\min} son las edades correspondientes a los límites superior e inferior de cada intervalo de longitud; t es la edad promedio, y t_s es la fracción del año correspondiente a la fecha en la cual la muestra fue tomada.

De la misma manera que en el ELEFAN I, el SLCA utiliza una función de optimización la cual toma valores positivos para las modas y negativos entre ellas. Esta función es obtenida de la suma de las frecuencias de todos los intervalos de longitud de todas las muestras, alcanzando valores máximos con el conjunto de parámetros de ECVB más adecuado. La forma de la función es:

$$S = \sum_i (l_i) N^{0.5}(l_i)$$

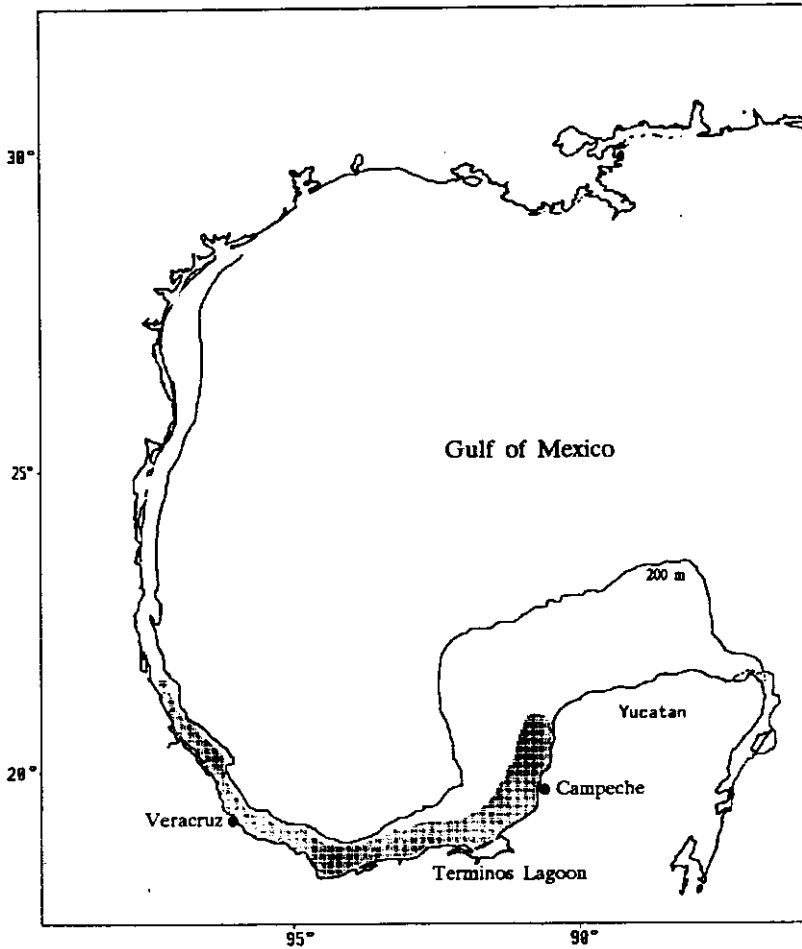


Figura 1. Area de muestreo de la corvina *Cynoscion nothus* en el sur del Golfo de México.

donde los l, i corresponden a índices de intervalo de longitud y muestras, respectivamente; y N representa las frecuencias.

El PMM es un procedimiento basado en la matriz de transición de Leslie (Leslie, 1945; Shepherd, 1987b). Este método está basado en la solución de la ecuación:

$$\vec{N}(t+1) = A \vec{N}(t) \quad (3)$$

donde los vectores $N(t+1)$ y $N(t)$ describen la estructura de la población al tiempo t y $t+1$, respectivamente. La matriz de transición representada por A puede ser descompuesta como:

$$A(j, i) = G(j, i) S(i)$$

donde $G(j, i)$ es la matriz de transición cuyos elementos corresponden a la proporción de cada grupo inicial de longitud (i) contribuye al grupo de longitud siguiente (j), suponiendo que el crecimiento sigue la ECVB. $S(i)$ corresponde a la supervivencia del intervalo de longitud (i). El método utiliza valores iniciales de los parámetros de crecimiento de ECVB y resuelve la ecuación (3) obteniendo valores estimados de $N(t+1)$ los cuales son comparados contra los reales. Este procedimiento es usado iterativamente para diferentes valores de K y L obteniendo cada vez la suma del cuadrado de las diferencias (SCD), utilizando como criterio de decisión el mínimo valor SCD.

Los tres procedimientos representan los valores de la función a través de una superficie de respuesta construida para varias combinaciones de K y L .

Por otro lado, como criterio de comparación entre los resultados arrojados por los tres métodos, se utilizó el índice del patrón de crecimiento sugerido por Pauly y Munro (1984), expresado por:

$$\phi' = 2 \log_{10}(L) + \log_{10}(K)$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Las frecuencias de talla (LT) originales provinieron de 11 muestras mensuales. De estas 3 no fueron consideradas para el análisis (enero, mayo y septiembre), debido a una baja representatividad de las frecuencias de individuos. Con las muestras restantes se integró un ciclo de un año artificial (Tabla 1).

Los resultados de la estimación de los parámetros de crecimiento del modelo de Von Bertalanffy indican que existe una fuerte consistencia entre las estimaciones obtenidas por los métodos SLCA y ELEFAN I (Tabla 2); particularmente en lo que concierne los valores de la tasa de crecimiento K . Esto es corroborado por los valores muy semejantes de ϕ' obtenidos, lo cual indica que

Tabla 2. Resultados de las estimaciones del modelo de crecimiento de von Bertalanffy (1938), ajustado a datos de frecuencias de longitud de la corvina *Cynoscion nothus* en el sur del Golfo de México.

METODO	L (mm)	K (año)	t_0 (año)	'
SLCA	442	0.223	-0.265	4.64
ELEFAN	439	0.248	-0.236	4.68
PMM	437	0.170	-0.347	4.51

el patrón de crecimiento descrito en los dos casos es muy similar. En contraste, las estimaciones realizadas por el PMM y particularmente el valor de K, son menos consistentes con las anteriores. Esto sugiere que hay diferencias en el patrón de crecimiento aunque no sean significativas con respecto a L. El valor de ' obtenido comparado con los otros valores confirma lo anterior.

Las curvas de respuesta, para los tres métodos empleados (Figuras 2-4), sugieren que las zonas de mayor probabilidad de valores de L y K, podrían situarse hacia valores más elevados de L y más bajos de K, lo cual se separaría de valores coherentes para esta especie. Se observa también la presencia de varios máximos para los tres métodos; se seleccionaron los valores que poseían el mejor ajuste indicado por la función de "score" en el caso de SLCA Y PMM; y el caso del ELEFAN I por el cociente ESP/ASP.

Estos resultados están influenciados por una parte por las características de las muestras, a partir de las cuales se formó un año artificial. Esto implica que existan condiciones constantes en el ecosistema durante el período de estudio para suponer que la dinámica poblacional de la especie sea también constante y el análisis de progresión modal sea aplicado en buenas condiciones. Ahora bien, se conoce, el sur del Golfo de México es un ambiente sujeto a una dinámica incesante de actividades petroleras, industriales, urbanas, de transporte marítimo y en general de uso de la zona costera por el hombre (Yáñez-Arancibia y Rojas Galavíz, 1990). No obstante, los resultados de los análisis efectuados son considerados coherentes con los datos. Por otra parte, las características reproductoras de la especie, particularmente los períodos de reproducción múltiples o prolongados, los cuales pueden haber afectado los resultados obtenidos por PMM. En este caso, en la muestra, correspondiente al mes de noviembre, se observa que un número elevado de juveniles se incorporó a la población (Tabla 1); este patrón de reclutamiento ha sido observado antes por Tapia García *et al.* (1988a), indicando también que esta especie presenta dos períodos amplios de reproducción y reclutamiento. Cabrera Vázquez, (1991), encontró que el método PMM convergía hacia valores poco probables de los parámetros de crecimiento bajo estas condiciones. La figura 5, muestra el ajuste

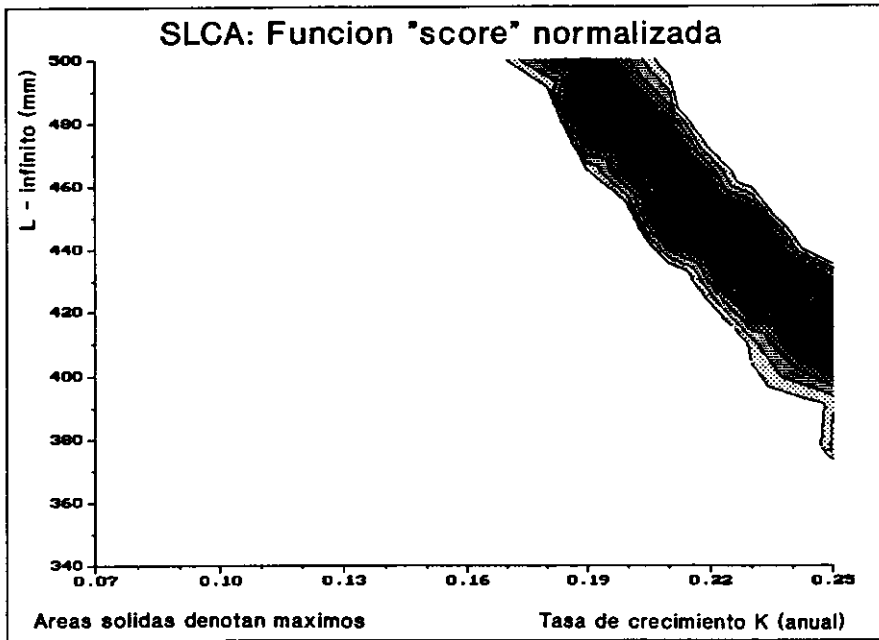


Figura 2. Contornos de la superficie de respuesta de SLCA, revelando las áreas de mejor combinación de valores de L y K, para la corvina *Cynoscion nothus*, sur del Golfo de México.

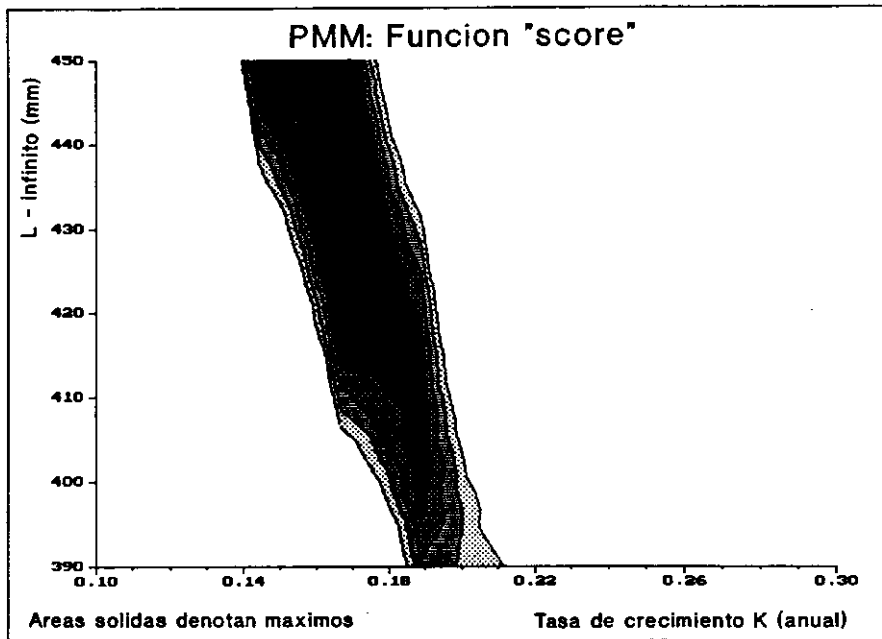


Figura 3. Contornos de la superficie de respuesta de ELEFAN I, revelando las áreas de mejor combinación de valores de L y K, para la corvina *Cynoscion nothus*, sur del Golfo de México.

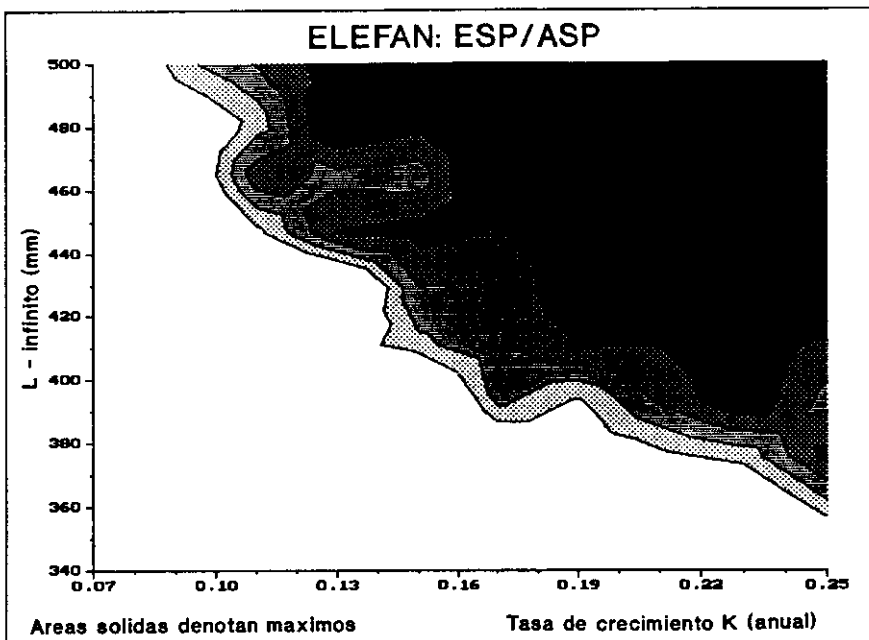


Figura 4. Contornos de la superficie de respuesta de PMM, revelando las áreas de mejor combinación de valores de L y K, para la corvina *Cynoscion nothus*, sur del Golfo de México.

Tabla 3. Comparacion de los parametros del modelo de crecimiento de crecimiento de von Bertalanffy (1938), de tres especies del genero *Cynoscion*.

LOCALIDAD	ESPECIE	L (mm)	K (ano)	to (ano)
0. Sur del Golfo de Mexico	<i>C. nothus</i>	442	0.22	-0.27
1. Holbox, Quintana Roo	<i>C. nebulosus</i>	780	0.18	0.04
1. Holbox, Quintana Roo	<i>C. nebulosus</i>	770	0.19	-0.06
1. Holbox, Quintana Roo	<i>C. nebulosus</i>	783	0.19	-0.07
2. Chesapeake Bay	<i>C. nebulosus</i>	935	0.12	-5.61
3. Everglades National Park, Fla	<i>C. nebulosus</i>	774	0.09	-2.54
4. Lago Maracaibo	<i>C. maracaiboensis</i>	1055	0.27	0.21

0. Este estudio
 1. Aguilar *et al.*, 1990.
 2. Brown, 1981.
 3. Rutherford, 1982.
 4. de Espinosa, 1972.

del modelo de crecimiento a los datos de frecuencias de longitud para la corvina plateada.

En el área de estudio y para la especie, los resultados obtenidos, representan las primeras estimaciones de los parámetros de crecimiento. Comparadas con las reportadas para otras especies del género *Cynoscion*, se observan fuertes diferencias en los patrones de crecimiento (Tabla 3). La comparación de los parámetros revela diferencias interespecíficas en el crecimiento. *C. nothus*, es una especie de ciclo de vida más corto y crecimiento más rápido que *C. nebulosus* y *C. maracaiboensis*.

CONCLUSIONES

Las estimaciones de los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy para la corvina *C. nothus*, obtenidas por los métodos SLCA y ELEFAN I, son consistentes. Los valores $L=442$ mm, $K=0.223$ año⁻¹ y $t_0=-0.265$ año, obtenidos por el método SLCA, se consideran el mejor ajuste para los datos analizados. La tendencia de estimaciones hacia valores más elevados de L y más bajos de K , se deben a la formación de un año artificial para el análisis de frecuencias de longitud. El período de reclutamiento tiene un fuerte impacto sobre las estimaciones obtenidas por PMM. Estos resultados, son el primer reporte de ajuste del modelo de crecimiento de von Bertalanffy para la corvina plateada en la región del Golfo de México y Caribe.

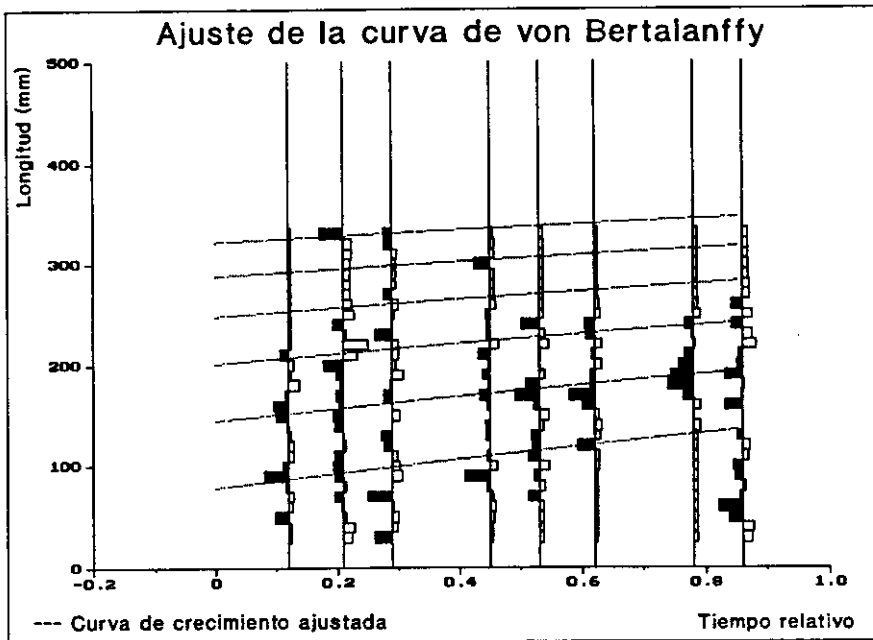


Figura 5. Ajuste del modelo de crecimiento de von Bertalanffy a frecuencias de longitud de la corvina *Cynoscion nothus*, del sur del Golfo de México.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Salazar, F. A., J. A. Sánchez N. Maginot, J. de Dios, Martínez-Aguilar, M. E. Gonzalez de la Rosa, 1990. Edad, crecimiento y mortalidad de la Corvina pinta *Cynoscion nebulosus* (Cuvier) de Holbox, Quintana Roo, México. Secretaría de Pesca. *Serie: Documentos de Trabajo*. Año II. No. 21. 17p.
- Brown, N. J. 1981. Reproductive biology and recreational fishery for spotted seatrot, *Cynoscion nebulosus*, in the Chesapeake Bay area. M.A. Thesis, College of William and Mary, Williamsburg, 119 p.
- Espinosa de V. 1972. La biología y pesca de la curvina, *Cynoscion maracaiboensis*, del Lago de Maracaibo. República de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Crfa. Oficina Nacional de Pesca. *Serie Recursos y explotación Pesqueros*, Vol. 2 (3): 1-45.
- Cabrera Vázquez, M. A. 1991. Comportamiento del método de la matriz de proyección (PROJMAT) a cambios en la varianza y tamaño del intervalo y su efecto en la estimación de L y K en *Epinephelus morio*. Tesis Maestría, CINVESTAV-Unidad Mérida. IPN México. 97 p.
- Flores Hernández, D., P. Sánchez-Gil, J. Ramos Miranda y A. Yáñez-Arancibia. 1991. Caracterización de la pesca artesanal en el Estado de Campeche. Jaina, *Bol. Inf.*, 2(3): 11 Jul-Sep, 1991.
- Leslie, P. H. 1945. The use of matrices in certain population mathematics. *Biometricks*, 35: 213-245.
- Pauly, D., J. Ingles and R. Neal. 1984. Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment-related parameters from length-frequency data (ELEFAN I and ELEFAN II). Pages 220-234 in J. A. Gulland and B. J. Rothschild eds *Penaeid shrimps-their biology and managment*. Fishing News Books, Farnham, Surrey, England.
- Pauly, D. and J. L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth data, with a program for pocket calculators. *Int. Counc. Explor. Sea, CM 199/g*, 24, 26 pp.
- Pauly, D. 1987. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. Pages 7-34 in D. Pauly, and G. P. Morgan (eds.): *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conf. Proc. 13, Manila.
- Ramos Miranda, J., D. Flores Hernández y P. Sánchez-Gil. 1991. Pesca artesanal. Panorama actual en el Estado de Campeche. Jaina, *Bol. Inf.*, 2(2): 20, Abr-Jun, 1991.
- Rutherford, E.S. 1982. Age, growth and mortality of spotted seatrout, *Cynoscion nebulosus*, in Everglades National Park, Florida. M.S. Thesis, Univ. miami, Coral Gables, 65 pp.

- Sánchez-Gil, P., A. Yáñez-Arancibia y F. Amezcua Linares. 1981. Diversidad y abundancia de las especies y poblaciones de peces demersales de la sonda de Campeche (VERANO 1978) *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, **8(1)**: 209-240.
- Shepherd, J. G. 1987a. A weakly parametric method for the analysis of length composition data. Pages 113-119 in D. Pauly, and G. P. Morgan eds *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conf. Proc. 13, Manila.
- Shepherd, J. G. 1987b. Towards a method for short-term forecasting of catch rates based on length composition. Pages 167-176 in D. Pauly and G. P. Morgan, eds *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conf. Proc. 13, Manila.
- Tapia García, M., A. Yáñez-Arancibia, P. Sánchez-Gil y M. C. García Abad, 1988a. Biología y ecología de *Cynoscion nothus* Holbrook, en las comunidades demersales de la Plataforma Continental del Sur del Golfo de México (Pisces:Sciaenidae). *Rev. Biol. Trop.*, Costa Rica, **36(1)**: 29-54.
- Tapia García, M., A. Yáñez-Arancibia, P. Sánchez-Gil y M. C. García Abad. 1988b. Biología y ecología de *Cynoscion arenarius* Ginsburg, en las comunidades demersales de la Plataforma Continental del Sur del Golfo de México (Pisces:Sciaenidae). *Rev. Biol. Trop.*, Costa Rica, **36(1)**: 1-27.
- von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.* **10**: 181-213.
- Yáñez-Arancibia, A. y J.L. Rojas Galaviz. 1990. El Golfo de México: Una prioridad Nacional. *Jaina, Bol. Inf.* **1(1)**: 2-3.
- Yáñez-Arancibia, A. y P. Sánchez-Gil. 1986. Los peces demersales de la Plataforma Continental del Sur del Golfo de México. Caracterización ambiental ecológica y evaluación de las especies, poblaciones y comunidades. *Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. Publ. Esp.* **9**: 1-230.
- Yáñez-Arancibia, A., P. Sánchez-Gil, G. Villalobos Zapata y R. Rodríguez Capetillo. 1985. Distribución y abundancia de las especies dominantes de las poblaciones de peces demersales de la Plataforma Continental Mexicana del Golfo de México, Cap. 8. Páginas 315-398 in Yáñez-Arancibia, A. Ed *Recursos Pesqueros Potenciales de México: La pesca acompañante del camarón*. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca.