

**EDAD Y CRECIMIENTO DE LA SARDINA MONTERREY
SARDINOPS CAERULEUS (PISCES: CLUPEIDAE) EN ISLA DE
CEDROS, BAJA CALIFORNIA, MEXICO,
DURANTE 1985 Y 1986.**

Reyna Alvarado Castillo y Roberto Félix Uraga.

RESUMEN

Durante 1985 y 1986, se realizaron muestreos mensuales de sardina monterrey *Sardinops caeruleus* (Pisces: Clupeidae) en la flota comercial que opera en Isla de Cedros Baja California, México. Se midieron 2609 organismos y se colectaron 994 pares de otolitos para hacer las estimaciones de edad mediante la lectura de bandas opaco-hialinas. El 87 % de los otolitos fue legible, encontrándose organismos de hasta cinco años de edad. En la captura comercial de 1985 predominaron las sardinias de dos años de edad y en 1986 las de tres años. Las tallas fluctuaron entre los 135 mm y 230 mm de longitud estándar, siendo la longitud modal de 170 mm en 1985 y 190 mm en 1986. Se encontró que el crecimiento de la sardina es muy rápido en el primer año de vida, alcanzando en promedio 140 mm de longitud estándar. La estimación de los parámetros del modelo de crecimiento de Bertalanffy, para este período fue: $L_{\infty}=198.52$ mm, $k=1.14$ y $t_0=-0.012$.

ABSTRACT

Age and growth of the pacific sardine *Sardinops caeruleus* (Pisces: Clupeidae) at Isla de Cedros, Baja California, Mexico, during 1985 and 1986. Monthly samples of pacific sardine *Sardinops caeruleus* (Pisces: Clupeidae) were taken during 1985 and 1986 from the commercial fleet that operates in Isla de Cedros, Baja California, México; 2609 organisms were measured and 994 pairs of otoliths were collected in order to estimate the age through reading of opaque and hyaline bands. Eighty-seven percent of the otoliths were readable, finding organisms up to five years old. In the 1985 commercial capture two year old sardines were the most abundant, but in 1986 the three year old sardines were the dominant group. The size ranged between 135 mm and 230 mm standard length; the modal size was 170 mm in 1985 and 190 mm in 1986. The growth of the pacific sardine is very fast, reaching 140 mm of standard length during the first year. The estimate of the parameters of Bertalanffy growth model for this period was: $L_{\infty}=198.52$ mm, $k=1.14$ and $t_0=-0.012$.

INTRODUCCION

La sardina monterrey *Sardinops caeruleus* (Girard, 1856) (Pisces: Clupeidae) se distribuye en el océano Pacífico nororiental, desde el sur del

Golfo de California (23°N) hasta el sureste de Alaska (57°N) (Parrish et al., 1989). Esta especie fue explotada en las costas de California, E.U.A. en volúmenes cercanos a las 800,000 ton anuales en la temporada 1936-1937, aunque en la década de los 50's la captura disminuyó considerablemente, lo cual provocó que el gobierno estadounidense impusiera una moratoria a la pesca de sardina en 1967 (Radovich, 1982).

En México, la explotación de sardina se realizó a partir de 1929 en el área de Ensenada B.C. (fig 1); el colapso de la pesquería de California también afectó esta zona, lo que provocó que a partir de 1952 la flota sardinera buscara nuevas áreas de captura, expandiéndose a Isla de Cedros B.C. y posteriormente a Bahía Magdalena B.C.S. (Félix-Uraga, 1986).

En Bahía Magdalena, Ensenada y en California se ha incrementado la captura de sardina a partir de 1984, por lo que se considera que Isla de Cedros es un punto estratégico para la pesca de este recurso. De ahí la importancia de hacer estudios sobre la dinámica poblacional de la sardina y para ello es necesario hacer trabajos de determinación de edad, ya que es un elemento importante para conocer el crecimiento, mortalidad y reclutamiento de la pesquería (Brothers, 1979; Ehrhardt, 1981).

En la pesquería de sardina monterrey que se ha desarrollado en el estado de California, E.U.A., Clark (1939); Phillips (1948); Felin et al. (1958) y Wolf (1961), realizaron diversas estimaciones de edad utilizando escamas y otolitos. En estas investigaciones se encontraron organismos de hasta 11 años de edad, predominando los de 2 y 3 años en las capturas comerciales.

Los trabajos de estimación de edad de sardina en aguas mexicanas los inició Ramírez-Granados (1957), con muestras tomadas en la cercanía de Isla de Cedros, México, donde se reportaron organismos con tallas entre 125 a 250 mm de longitud estándar (LE), y hasta 6 años de edad, predominando los de 3 y 4 años. En investigaciones posteriores, donde se muestreó la captura comercial descargada en Isla de Cedros, se registraron organismos con tallas de 130 a 230 mm LE y hasta de 6 años de edad (Daugherty y Wolf, 1964; Blunt y Kimura, 1966 y Kimura y Blunt, 1967). Pedrín-Osuna y Shainberg (1974) también encontraron organismos hasta de 6 años, predominando los de 2 y 3 años.

En la captura comercial de sardina en Bahía Magdalena, al sur de Isla de Cedros, durante 1985 y 1986 se pescaron individuos en un intervalo de talla de 120 a 190 mm LE, encontrándose organismos hasta de 6 años, predominando los de 2 y 3 años de edad (Félix-Uraga y Félix-Uraga, 1987). La tasa de crecimiento de la sardina en esta área es elevada y los parámetros de la ecuación de Bertalanffy reportados son: $L_{\infty}=176.9$ mm, $k=0.99$ y $t_0=-0.015$ (Félix-Uraga, 1990).

Los objetivos del presente trabajo son determinar la edad, el cre-

cimiento y estructura poblacional de la sardina monterrey capturada en Isla de Cedros B.C. México.

MATERIAL Y METODOS.

Durante 1985 y 1986, se realizaron mensualmente muestreos masivos y biológicos de sardina monterrey en la planta enlatadora de Isla de Cedros (Fig. 1). Los muestreos masivos consistieron en tomar aproximadamente 8 kg de sardinas desembarcadas, a las cuales se les midió la longitud estándar (LE: desde el hocico hasta la parte posterior de la placa hipural), anotándose la frecuencia en intervalos de 5 mm. De cada intervalo se tomaron cinco organismos para realizar un muestreo biológico, el cual consistió en medir la longitud estándar (mm), el peso total (gr) y recolectar el par de otolitos saggita para las estimaciones de edad.

Los otolitos se limpiaron con agua y jabón, luego se montaron en portaobjetos cubiertos con resina sintética y se leyeron por dos personas de manera independiente en un microscopio estereoscópico (16x, 40x), con luz reflejada y fondo oscuro. Los grupos de edad se definieron como el

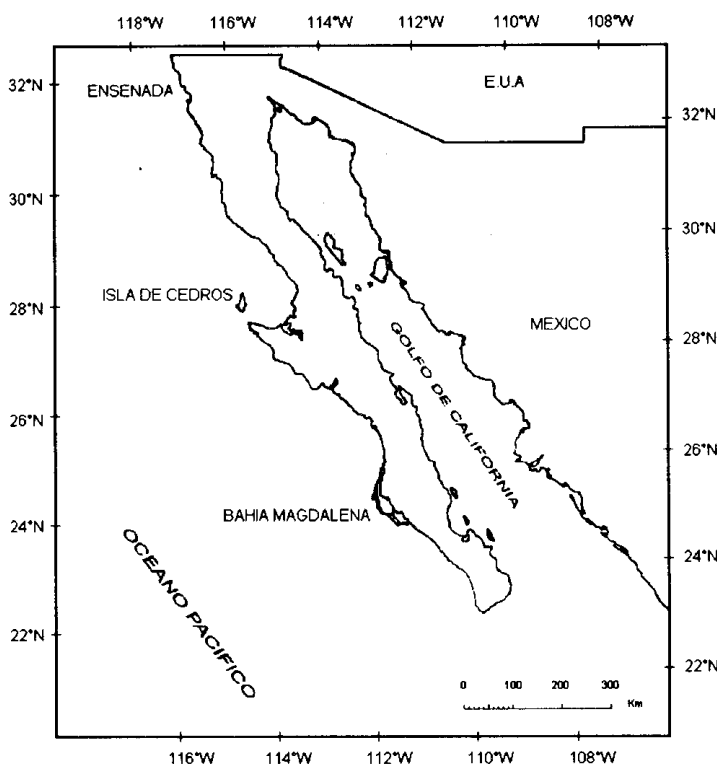


Figura 1. Localización del área de estudio.

conjunto de una banda opaca y una banda hialina (Félix-Uraga y Ramírez-Rodríguez, 1989). A los resultados se les aplicó una prueba de Kolmogorov-Smirnov (Sokal y Rohlf, 1981) para determinar la consistencia entre ambas lecturas.

La distribución anual de edades y tallas se determinó a partir de una clave edad-longitud en la cual los datos del muestro biológico se extrapolaron al muestreo masivo. Las claves edad-longitud de cada año se sumaron para estimar la longitud promedio para cada grupo de edad de acuerdo a lo establecido por Holden y Raitt (1975). Para determinar si había diferencias en la longitud promedio entre los grupos de edad se realizó una prueba "t" de student para diferencia de medias (Daniel, 1995).

Con los datos de talla promedio por edad se calcularon los parámetros de la ecuación de crecimiento de Bertalanffy mediante el método de López-Veiga (1979), en el cual se utiliza el valor de L_0 , que es la longitud de la larva al momento de la eclosión, y los parámetros son calculados usando las siguientes ecuaciones:

$$L_{\infty} = \frac{(L_{t_1})^2 - L_0 L_{t_2}}{2L_{t_1} - L_{t_2} - L_0} \quad k = \frac{\ln\left(\frac{L_{\infty} - L_0}{L_{\infty} - L_{t_1}}\right)}{t_1} \quad t_0 = \frac{\ln\left(\frac{L_{\infty} - L_0}{L_{\infty}}\right)}{k}$$

donde L_{t_1} es la longitud para la edad t_1 ; L_{t_2} es la longitud para la edad t_2 y L_0 es la longitud cuando $t=0$. Para este trabajo se utilizó el valor de $L_0=2.7$ mm que es la talla mínima de eclosión encontrada para larvas de sardina monterrey (Saldierna-Martínez et al., 1987).

RESULTADOS

El número de otolitos recolectados para las determinaciones de edad fue de 994 (tabla 1). En las lecturas realizadas de manera independiente por dos lectores existe una coincidencia en los resultados del 87% y la prueba de Kolmogorov-Smirnov aplicada a las dos lecturas mostró con un 95 % de confianza, que no existe evidencia estadística suficiente para afirmar que el resultado de las dos lecturas es diferente, por lo que hay consistencia en la interpretación de las bandas de crecimiento. Dado que no existió diferencia estadística entre lecturas, se decidió hacer el análisis de edades y crecimiento con los resultados del primer lector.

La estructura de edades en Isla de Cedros durante 1985 y 1986, presentó hasta 5 grupos de edad. En 1985 predominaron los organismos de la edad 2 y en 1986, predominaron los de la edad 3 (fig. 2). El incremento en la aparición de la edad 3, durante 1986 permite asumir que la

Tabla 1. Resultados de las lecturas de los otolitos de la sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) en la Isla de Cedros, México, en 1985 y 1986

Grupo De Edad	Lecturas	
	1er. Lector	2o. Lector
No legibles*	129	93
0	28	76
1	392	364
2	332	322
3	99	106
4	14	33
TOTAL	994	994

*Datos no incluidos en la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

formación de las bandas de crecimiento es anual, por lo que los organismos de la edad 1 (otolitos con una banda opaca y una hialina en el borde) tienen un año de edad, los de la edad 2 (otolitos que presentan de forma alternada dos bandas opacas y dos hialinas) tienen 2 años.

Las tallas que se registraron durante 1985 estuvieron comprendidas en un intervalo de 135 a 225 mm LE, con una moda de 170 mm y en 1986 el intervalo de tallas fue de 150 a 220 mm LE, con una talla modal de 190 mm LE (fig. 3).

En la tabla 2 se presentan los datos de edad y talla, observándose que a mayor edad se incrementa la talla. La prueba "t" de Student para diferencia de medias, mostró con un 95 % de confianza, que hay diferencia entre las tallas promedio por edad. Los organismos de 1 y 5 años fueron muy escasos en la captura.

El modelo de Bertalanffy mostró que el crecimiento de la sardina monterrey es muy rápido durante el primer año de vida ya que los organismos alcanzan cerca del 70 % de la longitud infinita, llegando a una talla promedio de 140 mm LE. Para las edades siguientes la tasa de crecimiento disminuye considerablemente (fig. 4).

DISCUSION

En los trabajos de estimación de edad en peces a través de estructuras óseas, uno de los problemas que se tienen es el de la interpretación adecuada de las marcas de crecimiento, ya que en ocasiones se presentan bandas o anillos falsos, que pueden interpretarse como marcas de crecimiento

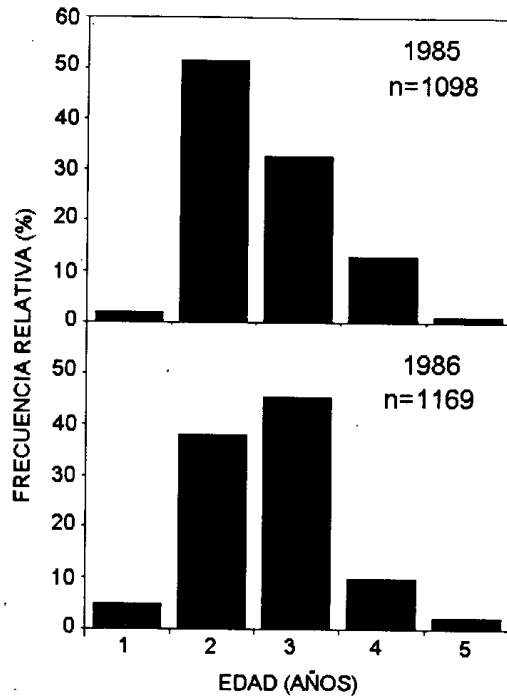


Figura 2. Distribución de frecuencias de edades de la sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) en Isla de Cedros, México, en 1985 y 1986.

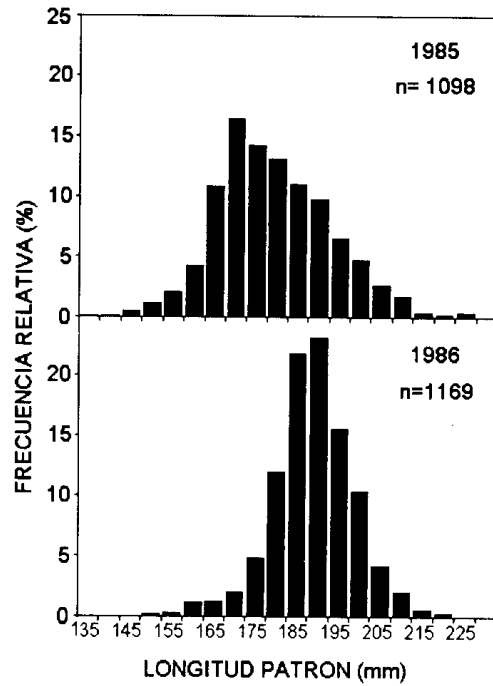


Figura 3. Distribución de frecuencias de tallas de la sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) en Isla de Cedros, México, en 1985 y 1986.

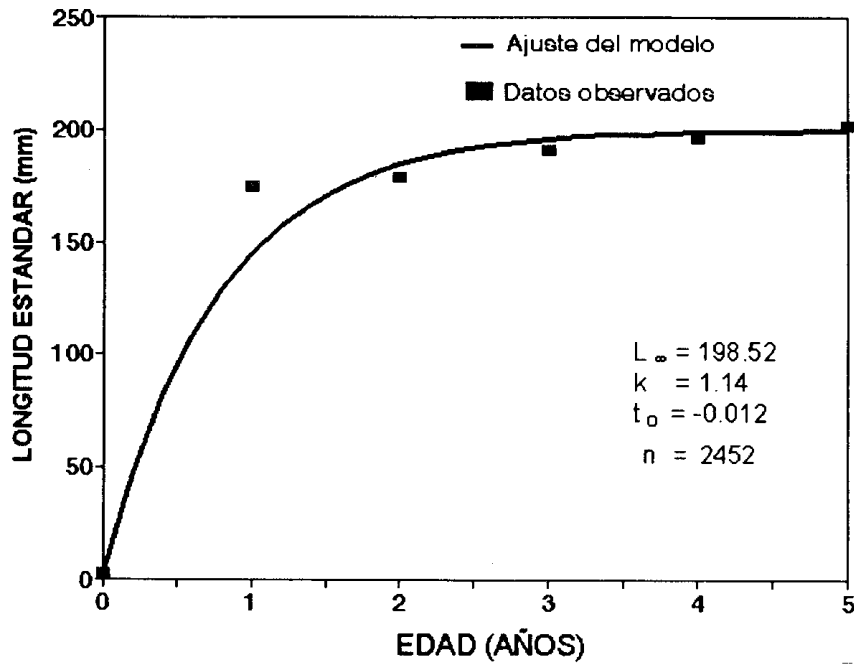


Figura 4. Curva de crecimiento de la sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) en Isla de Cedros, México, para el período 1985 y 1986.

Tabla 2. Distribución de edades y tallas del muestreo masivo de sardina monterrey *Sardinops caeruleus* en Isla de Cedros, México, para el periodo 1985 - 1986.

Longitud Estándar	Años				
	1	2	3	4	5
126-130	0	0	0	0	0
131-135	0	1	0	0	0
136-140	0	0	0	0	0
141-145	0	6	0	0	0
146-150	1	15	0	0	0
151-155	2	26	0	1	0
156-160	11	51	4	0	0
161-165	9	121	9	12	0
166-170	1	189	18	20	0
171-175	11	115	104	9	0
176-180	10	150	139	20	0
181-185	0	203	192	31	0
186-190	17	119	224	47	5
191-195	5	91	103	63	2
196-200	9	49	64	35	7
201-205	0	16	38	18	5
206-210	0	5	15	12	2
211-215	0	2	5	6	0
216-220	0	0	4	1	0
221-225	0	1	1	1	0
Total	66	1048	879	254	20
Talla Promedio	174.6	178.6 *	191.1	196.5 *	201.9

*Datos utilizados para estimar los parámetros de crecimiento de la ecuación de Bertalanffy

(Holden y Raitt, 1975). En este trabajo, se considera que la interpretación de estas bandas fue adecuada ya que existió un alto porcentaje de coincidencia (87 %) entre las lecturas realizadas por dos personas de manera independiente.

Otro punto importante al hacer estimaciones de edad es la validación (asignar una escala de tiempo a la formación de anillos). En este trabajo no fue posible realizarla mediante un seguimiento de borde debido a que hay meses en los muestreos que no están bien representados, pero como el seguimiento de un grupo de edad a través del tiempo también puede ser utilizado como prueba de validación, se presume que la formación de bandas de crecimiento es anual, debido a que durante 1985 predominaron los organismos de 2 años y en 1986 los de 3 años (fig. 2). Esta temporalidad anual en la formación de bandas de crecimiento también se confirma con la estructura de tallas (fig. 3), ya que se observó un incremento en la talla modal de 170 mm LE en 1985 a 190 mm LE en 1986.

En las muestras tomadas de la captura de sardina monterrey en Isla de Cedros, se encontraron sardinas de 1 a 5 años. Los organismos de 1 año fueron escasos debido a que aún no están completamente reclutados a la pesquería y de ellos solo se capturan los de mayor talla. Los organismos de 5 años, también se presentaron en proporción baja, pero este fenómeno puede deberse a la alta tasa de explotación, lo cual se ha reflejado en la desaparición de organismos de edades mayores. En los pocos trabajos que se han realizado en esta área, Ramírez-Granados (1957) encontró una edad máxima de 6 años, pero la pesquería incidió principalmente sobre los organismos de 3 y 4 años; en trabajos posteriores Daugherty y Wolf (1964), Blunt y Kimura (1966), Kimura y Blunt (1967) y Pedrín-Osuna y Shainberg (1974) encontraron organismos de 6 años, pero la captura incidió principalmente sobre los organismos de 2 y 3 años.

La longitud promedio de los individuos de 1 año, en este trabajo se considera que esta sobrestimada, debido a que estos organismos, comienzan a reclutarse a la pesquería y solo se capturan los de mayor talla, por lo cual no se tomaron en cuenta para estimar los parámetros de crecimiento.

El crecimiento de la sardina monterrey en la zona de Isla de Cedros durante el primer año de vida es muy rápido, ya que pueden alcanzar en promedio 140 mm LE. Al comparar los valores de los parámetros de crecimiento del modelo de Bertalanffy ($L_{\infty}=198.52$ $k=1.14$) con los obtenidos en Bahía Magdalena por Félix-Uraga (1990) ($L_{\infty}=176.9$ $k=0.99$), se observa que en Isla de Cedros el valor de L_{∞} es mayor al de Bahía Magdalena, y el valor de k es semejante en ambos lugares. En los valores obtenidos por Ramírez-Granados (1957) ($L_{\infty}=213$ $k=0.5$) para la zona de

Isla de Cedros se observó una L_{∞} un poco mayor a la de este trabajo, posiblemente debido a que en la actualidad existe una mayor explotación del recurso y una k notablemente menor, debido al diferente método de estimación utilizado

Considerando otras estimaciones realizadas en las costas de San Pedro California en E.U.A. por Pauly (1979) ($L_{\infty}=225$ $k=0.53$) y en San Francisco California E.U.A. por Beverton (1963) ($L_{\infty}=239$ $k=0.45$), se observa que la L_{∞} se incrementa de sur a norte, mientras que los valores de k tienen un comportamiento inverso. Esta situación es explicable en una especie como ésta que presenta un amplio rango de distribución latitudinal, donde los organismos que se encuentran más al norte alcanzan mayores tallas y tienen una tasa de crecimiento menor a la de los organismos del sur (Holt, 1959). Aunque en este caso las estimaciones del parámetro k no sean comparables con la realizada en este trabajo debido al método de estimación utilizado.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la DEPI del Instituto Politécnico Nacional, el financiamiento para la realización del proyecto de investigación de donde se derivó el presente trabajo. También a la COFAA y BDA por los estímulos económicos brindados.

BIBLIOGRAFIA

- Beverton, R.J.H. 1963. Maturation, growth and mortality of clupeid and engraulid stocks in relation to fishing. Cons. Perm. Int. Expr. Mer, Rapp. p. V Réun. 154:44-67.
- Blunt, C.E. Jr. y M. Kimura. 1966. Age, length composition, and catch localities of sardine landings on the pacific coast of the Unites States and Mexico in 1963-64. California Fish and Game, 52(3):133-150 p.
- Brothers, E.B. 1979. Age and growth studies on tropical fishes:119-136. En.: Saila S.B. y P.M. Roedel (Ed): Stock assessment for tropical small-scale fisheries. The Univ. of Rhode Island. ICMRD.
- Clark, F.N. 1939. Measures of abundance of the sardine, *Sardinops caerulea*, in California waters. Calif. Div. Fish Game, Fish Bull., 53:1-45 p.
- Daniel, W.W. 1995. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial UTHEA. Noriega editores, México, 878 p.
- Daugherty, A.E. y R.S Wolf. 1964. Age and length composition of the sardine catch off the Pacific coast of the United States and Mexico in 1961-62. California Fish and Game, 50(4):241-252
- Ehrhardt, N.M. 1981. Curso sobre métodos de evaluación de recursos y dinámica de poblaciones. 3a. parte. Parámetros poblacionales. FAO-CICIMAR, La Paz, México, 134 p.
- Felin, F.E.; R.S. Wolf; A.E. Daugherty y D.J. Miller. 1958. Age and length composition of the sardine catch off Pacific coast of the United States and Mexico in 1955-56. Calif. Div. Fish Game, Fish Bull.,106:7-12 .

- Félix-Uraga, R. 1986. Edad, crecimiento y estructura poblacional de *Sardinops sagax caerulea* en Bahía Magdalena, durante 1981 a 1984. Tesis de Maestría, Centro Interdisc. Cien. Mar., I.P.N., La Paz, México, 102 p.
- Félix-Uraga, R. 1990. Crecimiento de *Sardinops caerulea* en Bahía Magdalena, México. Inv. Mar. CICIMAR, 5(1): 27-31.
- Félix-Uraga, R. y F. Félix-Uraga. 1987. Estructura por tallas y edades de la captura de sardina monterrey en Bahía Magdalena, durante 1985-1986: 35-37. En Ramírez R. E. (Ed): Mem. Simp. Invest. Biología Oceanogr. Pesq. en México, La Paz, México.
- Félix-Uraga, R. y M. Ramírez-Rodríguez. 1989. Verificación en las determinaciones de edad de *Sardinops sagax caerulea* basadas en la lectura de otolitos. Inv. Mar. CICIMAR, 4(1): 27-31.
- Holden, M.J. y D.F.S. Raitt. 1975. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Manual de ciencia pesquera. Parte 2, FAO, Roma, 123 p.
- Holt, S.J. 1959. A preliminary comparative study of the growth maturity and mortality of sardines. Reunión Cient. Mundial Biol. Sardina Esp. Afines., Subjet Synopsis (4): 5 p.
- Kimura M. y C.E. Blunt. 1967. Age, length composition, and catch localities of sardine landings on the pacific coast of the United States and Mexico in 1963-64. Calif. Div. Fish Game, Fish Bull., 53(2):105-124.
- López-Veiga, E.C. 1979. Fitting Von Bertalanffy growth curves in short-lived fish species. A new approach. Invest. Pesq., 43(1):179-186.
- Pauly, D. 1979. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula. Berichte des Instituts für Meereskunde an der Christian-Albrechts Universität Kiel. (63). 156 p.
- Pedrin-Osuna, A. y H. Shainberg. 1974. A brief survey of sardine and anchovy populations at Vizcaino Bay, and of the sardine fishery of Cedros Island, Baja California. Calif. Div. Fish Game, Fish Bull., 60 (4):199-204.
- Phillips, J.B. 1948. Growth of the sardine (*Sardinops caerulea*) 1941-42 through 1946-47. Calif. Div. Fish Game, Fish Bull., 71: 33 p.
- Radovich, J. 1982. The collapse of the California Sardine Fishery. What have we learned?. CalCOFI Rep. 23:56-77.
- Ramírez-Granados, R. 1957. Aspectos biológicos y económicos de la pesquería de la sardina *Sardinops caeruleus* en aguas mexicanas del pacífico. Tesis Prof., Esc. Nac. Cien. Biol. Inst. Polit. Nac., México, D.F., 119 p.
- Saldierna-Martínez, R.J. ; C.A. Sánchez-Ortiz y G.R. Vera-Alejandre. 1987. Estudios sobre los primeros estadios de vida de las sardinas crinuda *O. libertate* y Monterrey *S. sagax* en Bahía Magdalena , B.C.S. Tesis Prof., Univ. Aut. Baja Calif. Sur, México, 217 p.
- Sokal, R.R y F.J. Rohlf. 1981. Biometry. W.H. Freeman and Company, U.S.A., 859 p.
- Wolf, R.S. 1961. Graphic presentation of pacific sardine age composition data. U.S. Fish Wildl. Serv. Spec. Cien. Rep. Fisheries, 384:34 p.

DIRECCION DE LOS AUTORES

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Departamento de Pesquerías y Biología Marina, Apartado Postal 592, La Paz B.C.S., México. C.P. 23000. Tel. fax (112) 2 53 22