

Estructura por edad, y crecimiento de la sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) del Golfo de California, México: Temporada de pesca 1990/91

Manuel O. Nevárez Martínez, Miguel A. Cisneros Mata, Gabriela Montemayor López, J. Pablo Santos Molina.

Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas. INP. Calle 20 #605. 85400 Guaymas, Son.

NEVARES-MARTÍNEZ; M. Cisneros M.; G. Montemayor y P. Santos M. 1996. Estructura por edad, y crecimiento de la sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) del Golfo de California, México: Temporada de pesca 1990-1991. *INP. SEMARNAP. Ciencia Pesquera No. 13.*

Se realizaron muestreos mensuales de las descargas comerciales de pelágicos menores en Guaymas, Son., de octubre de 1990 a agosto de 1991, para investigar la estructura de edad y el crecimiento individual de sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*). La edad se asignó mediante la lectura de otolitos, validando de acuerdo con la periodicidad de bandas de crecimiento con base en la proporción de bordes opacos e hialinos. Se encontró que en un año se forman una banda opaca y una hialina (un anillo): las bandas hialinas se forman desde finales de otoño hasta principios de la primavera, durante la máxima actividad reproductora de las hembras, y las bandas opacas se forman durante el verano, cuando hay poca o nula actividad reproductora. Se identificaron seis grupos de edad (0 al V), predominando los grupos 0, I y II años. Los parámetros del crecimiento individual de la ecuación de von Bertalanffy fueron: $L_{\infty} = 224.17$ mm, $K = 0.467/\text{año}$, y $t_0 = -0.891$ años. La tasa neta de crecimiento anual es en extremo elevada durante los primeros dos años de vida de la sardina.

Palabras Clave: Edad, crecimiento, sardina monterrey, Golfo de California.

Monthly samples of Pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) port landings at Guaymas, Sonora, from October 1990 through August 1991, were analyzed to investigate age structure and growth of sardine. Growth rings were counted in otoliths, and age was determined based on the periodicity of opaque and translucent edges. We found that during an annual cycle, one opaque and one translucent band (i.e., one ring) are formed in the otoliths: translucent bands form from the end of Autumn to the onset of Spring, during female sardine's major spawning activity, while opaque bands form during summer, when there is slight or null spawning activity. Six age-groups were identified (0 to V), with a dominance of age-groups I, II and 0 years. Computed von Bertalanffy individual growth parameters were: $L_{\infty} = 224.17$ mm, $K = 0.467/\text{year}$, and $t_0 = -0.891$ years. Annual net growth rate was found to be extremely high during the first two years of age.

Key Words: Age, Growth, Pacific sardine, Gulf of California.

Introducción

La pesquería de pelágicos menores (v.g., sardinas y anchovetas) del Golfo de California comenzó en la mitad de la década de los 1960s (Pedrín *et al.* 1973; Pedrín y Ancheita 1976; Lluch *et al.*, 1986) y se desarrolló rápidamente hasta que las capturas se estabilizaron en la temporada 1982-1983 (Cisneros - Mata *et al.* 1995). La especie objetivo de esta pesquería, por su abundancia y calidad, es la sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*), que ha llegado a constituir hasta 80% de la captura total de pelágicos menores en el Golfo de California (Cisneros Mata y otros¹). La pesquería es estacional,

con temporadas que generalmente van de octubre a septiembre. La temporada inicia con el arribo de grandes concentraciones de sardina monterrey a las costas del sur de Sonora. Esta disponibilidad de sardina responde a su ciclo migratorio estacional: a su alimentación al final del otoño y desove en invierno-primavera, sobre todo en la costa del centro-sur de Sonora, y crecimiento en la cintura insular del Golfo, particularmente las bahías peninsulares del Canal de Ballenas.

En las descargas y en la captura por unidad de esfuerzo de sardina monterrey es posible identificar cuatro períodos de la pesquería: 1) exploración y establecimiento, de 1969-1970 a 1975-1976; 2) desarrollo y crecimiento, de 1976-1977 a 1989-1982; 3) expansión y estabilización, de 1982-1983 a 1988-

¹ CISNEROS M., M.A., M.O. Nevárez M., G. Montemayor L., J.P., Santos M. y R. Morales A. Pesquería de sardina en el Golfo de California 1988/89-1989/90. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Guaymas. Inst.

Nal. de la Pesca. Secretaría de Pesca. Guaymas, Sonora. Agosto de 1991, 80 p. 1991. (Inédito).

1989; y 4) descenso, de 1989-90 a 1993-1994 (un quinto período, de aparente recuperación y sus posibles causas será analizado en un trabajo posterior). Los detalles de estos cuatro períodos se describen en otro trabajo (Cisneros - Mata *et al.*, 1995). Aquí sólo se menciona que el tercer período se caracterizó por el inicio de la llamada pesca de verano, en la temporada 1982-1983. Inicialmente la pesca se realizaba en la costa del sur de Sonora de octubre a mayo; sin embargo, a partir de 1982-1983, durante el verano la flota se desplaza hacia la costa norte de Sonora y al Canal de Ballenas, éste último reconocido como zona de agregación de sardina monterrey en estadio juvenil.

Continuamente, a partir de 1970, investigadores del Instituto Nacional de la Pesca (INP) realizan estudios sobre biología y dinámica poblacional de la sardina monterrey del Golfo de California. En dichos estudios se ha puesto particular interés en determinar la estructura de longitudes y edades en las capturas y en la estimación del ritmo de crecimiento individual. Esta información es fundamental en estudios de impacto pesquero (Ehrhardt, 1981), de los cuales dependen en gran medida las recomendaciones para administrar estos recursos.

El objetivo del presente trabajo es determinar y analizar la estructura de edades, y estimar los parámetros de crecimiento individual y el ritmo de crecimiento de la sardina monterrey en las capturas del Golfo de California. Con ello se pretende incrementar o confirmar conocimientos básicos sobre la sardina monterrey, con el fin de lograr un ordenamiento adecuado y por ende el desarrollo de esta pesquería.

Material y métodos

Se analizaron muestras mensuales de las capturas de sardina monterrey descargada en el puerto de Guaymas, Sonora (Fig. 1) correspondientes al período de octubre de 1990 a agosto de 1991. El muestreo lo realiza, de manera continua, personal del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Guaymas, siguiendo técnicas estándar. Una muestra se compone de aproximadamente cien organismos tomados al azar de la descarga de los barcos en las plantas procesadoras. En un muestreo masivo (agregado) típico se registra la longitud patrón de las sardinas, que se agrupan en intervalos de cinco milímetros de longitud patrón o estándar. De cada intervalo se escogen los primeros cuatro o cinco individuos para realizar un muestreo biológico (individual): de cada ejemplar se registra longitud, peso, sexo, grado de madurez de las gónadas, y se les extraen los otolitos (*sagitta*), mismos que se guardan en cápsulas de gelatina debidamente etiquetadas.

La determinación de edad en el presente trabajo se basó en el conteo de bandas de crecimiento opacas e hialinas en los otolitos. Para ello, los otolitos se limpiaron y se sumergieron en agua purificada y se observaron bajo un microscopio estereoscópico (16x y 40x), utilizando luz reflejada sobre un fondo oscuro. De esta manera es posible observar las características bandas opacas en color blanquecino y las hialinas en color

oscuro (Williams y Bedford, 1974; Anónimo, 1982). Cada par de otolitos fue leído en forma independiente dos veces por dos lectores, comparando resultados y verificando en los casos en que hubo discrepancias.

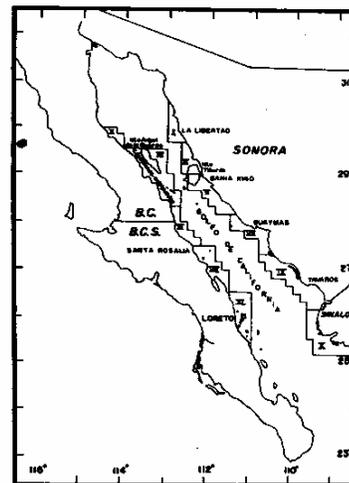


Fig 1. Zona de captura de estudio de la sardina monterrey en el Golfo de California.

Para conocer la periodicidad de formación de las bandas de crecimiento y determinar la edad, se realizó una prueba que consistió en analizar gráficamente la frecuencia relativa mensual de otolitos con borde opaco y con borde hialino (Jearld 1983; Beckman *et al.* 1988).

Los períodos de actividad y de descanso reproductor de la sardina se determinaron analizando el grado de madurez de las hembras por observación directa de las gónadas. Para ello se utilizó una escala morfocromática, validada histológicamente, desarrollada para la sardina monterrey (Cisneros-Mata y otros²).

La estimación de la longitud patrón promedio de los individuos en cada grupo de edad se hizo con base en claves edad-longitud elaboradas siguiendo el método descrito por Gulland (1966) y Holden y Raitt (1975).

Para determinar los parámetros de crecimiento de la sardina se utilizó el modelo de von Bertalanffy, pues este modelo se ajusta al crecimiento observado en la mayoría de las especies de peces (Beverton y Holt, 1957; Sparre *et al.*, 1989). Los parámetros del modelo: L_{∞} (longitud asintótica) K (coeficiente de crecimiento) y t_0 (edad teórica a talla cero) fueron estimados mediante los siguientes métodos (v.g., Sparre *et al.*, 1989):

a) Gulland-Holt (K y L_{∞}):

2 CISNEROS MATA, M.A., J.P. Santos Molina, J.A. De Anda Montañez, A. Sánchez Palafox, Y J.J. Estrada García. Pesquería de sardina en el noroeste de México (1985/86). Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Guaymas. Inst. Nal. de la Pesca. Secretaría de Pesca. Guaymas, Sonora. Julio de 1987, 79 p. 1987. (Inédito).

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = K L_{\infty} - K \frac{L_t + L_{t+\Delta t}}{2},$$

en donde: K = pendiente de la regresión lineal de

$$\frac{L_t + L_{t+\Delta t}}{2} \text{ vs. } \frac{\Delta L}{\Delta t}, L_{\infty} = \frac{-a}{K},$$

a = intersección de la regresión,

ΔL = diferencial de longitud en el período de tiempo Δt .

b) Inverso de Bertalanffy (t_0):

$$t_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(t_i + \frac{\ln\left(1 - \frac{L_t}{L_{\infty}}\right)}{K} \right),$$

en donde: t = edad (años), y L_t = longitud promedio (mm) a la edad t .

Resultados

Se leyeron 784 otolitos de sardina monterrey en total, colectados durante la temporada de pesca 1990-1991. En la validación, es decir, en el análisis de frecuencia relativa mensual de otolitos con borde opaco e hialino (Fig. 2a), se observa que en verano fueron más frecuentes los bordes opacos y los hialinos en otoño e invierno. Esto indica que cada anillo, que es el conjunto de una banda opaca y una hialina, se forma en un año.

La mayor actividad reproductora se presentó en el período de enero a abril, es decir, durante los meses más fríos de la temporada (Fig. 2b). Estos resultados indican que existe una clara relación entre el proceso reproductor y la formación de las bandas los otolitos. La formación del borde hialino coincide con el período de reproducción, mientras que el borde opaco se forma durante el período de descanso reproductor (Fig. 2a,b).

Se encontraron seis grupos anuales de edad, del 0 al V, de sardina en las capturas de la temporada 1990-1991. El grupo de edad I dominó de diciembre a febrero, y el grupo de edad II fue el más frecuente en marzo y de mayo a agosto, meses en que también se registran las mayores capturas (Tabla 1). En octubre y abril, meses de transición en el ambiente, se presentó una marcada dominancia del grupo de edad 0, indicando claramente dos períodos de reclutamiento pesquero anual. En general, durante la temporada 1990-1991 fueron más comunes en las capturas las sardinias de los grupos de edad I y II, seguidas por sardinias del grupo de edad 0.

Tabla 1. descargas mensuales de sardina monterrey en el puerto de Guaymas, Son. Temporada de pesca 1990-1991.

MES	CAPTURA (t)
OCT	1,228.45
NOV	
DIC	4.25
ENE	5,804.40
FEB	12,540.94
MAR	13,088.64
ABR	23,635.50
MAY	23,580.86
JUN	22,090.05
JUL	5,753.45
AGO	169.50

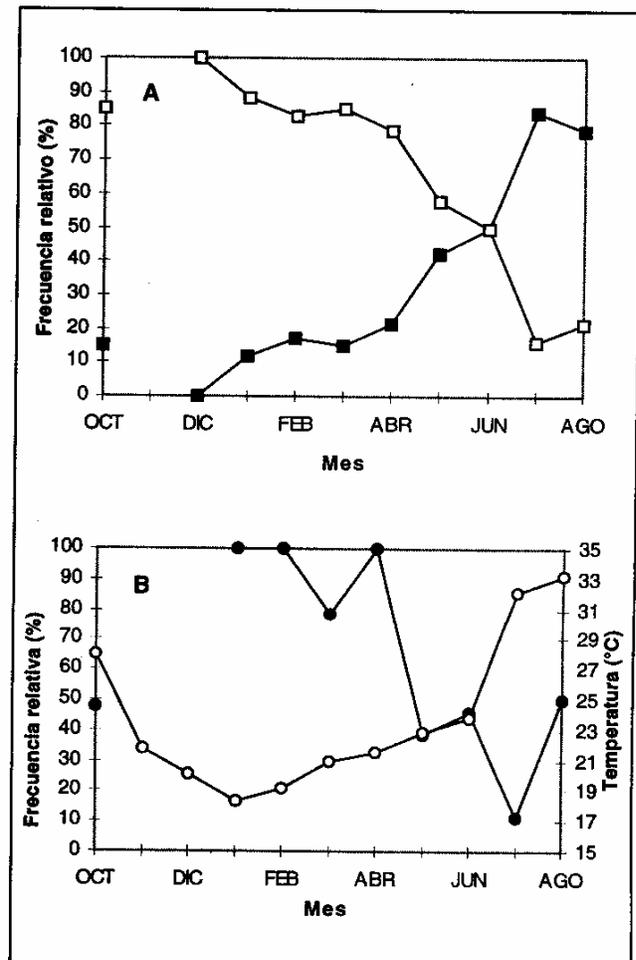


Fig. 2. A) Frecuencia relativa mensual de bordes opacos (línea con cuadro lleno) e hialinos (línea con cuadro vacíos). B) Temperatura media mensual (línea con círculo vacío) y frecuencia de actividad reproductora (línea con círculo lleno) de sardina monterrey del Golfo de California, México. Temporada 1990-1991.

Una vez verificada la periodicidad anual de los anillos y semestral de las bandas, se asignaron edades bajo el siguiente criterio: dentro del grupo de edad 0 se le asignó 0.25 años a la banda opaca (codificada como 0o) y 0.75 años a la hialina (0h); dentro del grupo I se le asignó 1.25 años a la banda opaca (1o) y 1.75 años a la hialina (1h), y así sucesivamente, hasta 5.75 años a la banda hialina del grupo V (5h). De esta manera, utilizando la longitud promedio por grupo de edad calculada a partir de la frecuencia de tallas por grupo de edad, se estimaron los valores de L_{∞} , K y t_0 , de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, con los siguientes resultados:

$L_{\infty} = 224.17$ mm, $K = 0.467$ /año, y $t_0 = -0.891$ años.

En la gráfica de la curva de crecimiento del modelo de von Bertalanffy obtenida con los valores anteriores (Fig. 4), se observa que la tasa neta de incremento de longitud de la sardina monterrey es muy acelerada durante sus primeros dos años de vida. Las sardinas de un año de edad alcanzaron una longitud promedio de 131.48 mm, y las de dos años 166.06 mm, que representan 58.65% y 74.08% de la longitud máxima teórica (L_{∞}), respectivamente. Posteriormente los incrementos en el crecimiento son menores (Tabla 2).

Tabla 2. Ritmo de crecimiento de la sardina monterrey del Golfo de California. Temporada 1990-1991.

EDAD (años)	Long.d (mm)	% Acum. *
1	131.48	58.65
2	166.06	74.08
3	187.74	83.75
4	201.33	89.81
5	209.86	93.62
6	215.20	96.00
7	218.54	97.49

* Porcentaje con respecto a L_{∞}

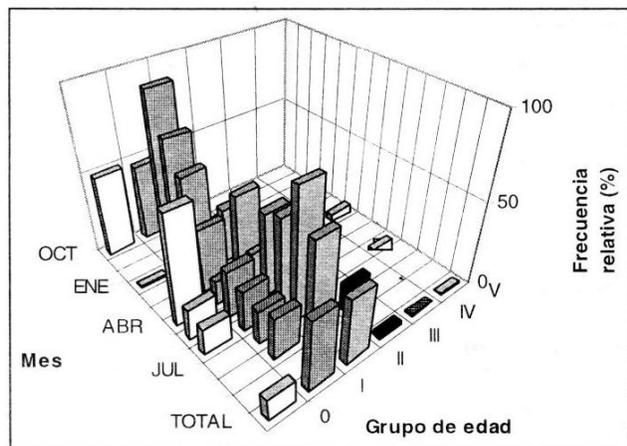


Fig. 3. Frecuencia relativa mensual de los grupos de edad de la sardina monterrey capturada en el Golfo de California, México. Temporada 1990/91.

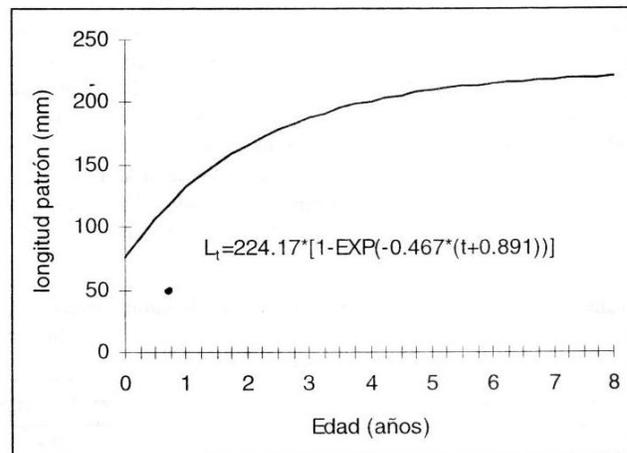


Fig. 4. Curva de crecimiento de la sardina monterrey del Golfo de California. Temporada 1990/91.

Discusión

Los anillos de crecimiento en los otolitos no necesariamente son anuales: antes de concluir esto es necesario verificar la periodicidad con que se forman (Jearld, 1983; Félix y Ramírez, 1989). Los resultados aquí obtenidos muestran que en los otolitos de la sardina monterrey del Golfo de California se forma una banda opaca y una hialina (un anillo) en un año, y por tanto los grupos de edad identificados son anuales. Esto coincide con lo reportado en trabajos previos con la misma especie en la misma región (Méndez, 1987; Jiménez, 1991). Sin embargo, en el caso de la misma especie capturada en Bahía Magdalena, BCS., se ha reportado que la periodicidad en la formación de anillos de crecimiento es semestral y no anual (Félix, 1987; Félix y Ramírez, 1989). Esto es sumamente extraño, considerando que se trata de sub-poblaciones de la misma especie; una explicación para esta diferencia tan grande rebasa los objetivos del presente trabajo.

Estudios anteriores indican que la temporada de reproducción de sardina monterrey en el Golfo de California abarca de noviembre a junio, con dos máximos: el principal centrado en diciembre-enero y uno secundario en abril-mayo (Torres *et al.*, 1986; Nevárez, 1990). Los resultados aquí obtenidos concuerdan con lo anterior, pero además se observó que la actividad reproductora se relaciona con la formación de las bandas de crecimiento. La banda hialina se forma en invierno y primavera, cuando los individuos se reproducen, y cuando la temperatura superficial del mar del Golfo de California es más baja. La banda opaca se forma en verano y otoño, durante el descanso reproductor, cuando la temperatura del mar se incrementa.

La estructura de edad de sardina monterrey en las capturas ha variado considerablemente a lo largo de la historia de la pesquería (Tabla 3). En los primeros años de la pesquería se detectaron organismos hasta de siete años, con mayor abundancia de tres y cuatro años (Sokolov y Wong, 1972; Wong, 1974; Molina y Pedrín, 1976). A mediados de los

ochentas la estructura de edad en la pesquería cambió: se presentaron organismos de uno a cuatro años, y en su mayoría de dos y tres años (Méndez, 1987). Algo similar ocurría a finales de los ochentas, cuando se presentaban siete grupos de edad (0 al VI años) en las capturas, con dominancia de los grupos de edad I, II y III. En el trabajo que aquí se reporta se encontraron sardinas de los grupos de edad 0 hasta V, con mayor frecuencia de los grupos I, II y 0, y escasamente representados los grupos III, IV y V.

Tabla 3. Frecuencia relativa por clase de edad de sardina monterrey, en diferentes años a partir de muestras obtenidas en el Golfo de California, México. (en %). Modificado de Cisneros (1988).

EDAD	1973	1974	1975	1983/84	1984/85	1988/89	1989/90	1990/91
0	--	--	--	4.20	23.10	4.05	--	12.88
1	--	--	--	10.17	29.25	38.49	14.04	42.73
2	--	50.00	19.81	60.40	38.60	31.11	62.05	40.05
3	7.14	25.00	14.11	24.90	8.80	19.10	10.74	2.93
4	25.00	25.00	32.80	0.30	--	6.66	6.24	0.64
5	50.00	--	18.80	--	--	0.58	5.37	0.77
6	17.80	--	14.11	--	--	--	6.56	--

Lo anterior revela dos períodos de la pesquería en cuanto a la estructura de las capturas: el primero, con sardinas de tres y cuatro años, hasta el inicio de los ochentas, y posteriormente el segundo período, con predominio de sardinas de uno y dos años de edad. Esto pudiera ser interpretado de varias formas: aumento sensible en el reclutamiento, producto de la generación de clases anuales fuertes, sobrepesca de crecimiento, o ambos. se interpretan estos resultados como un producto del desarrollo mismo de la pesquería. Los cambios en la estructura de edad, básicamente más sardinas jóvenes y menos sardinas viejas en las capturas, coincide con la expansión de las actividades de pesca hacia la zona de agregación de juveniles, cuando inicia la llamada pesca de verano. La pesca intensiva de juveniles trajo como resultado tasas de explotación excesivas de sardina monterrey, lo cual fue interpretado como evidencia de sobrepesca de reclutamiento (Cisneros *et al.*, 1990). A raíz de estas observaciones fue que a mediados de los ochentas se establecieron las primeras medidas de control de la pesquería: exclusión en la zona de agregación de juveniles durante el verano (Fig. 1) y el decreto de una talla mínima de captura (150 mm).

En el presente estudio, al igual que en estudios previos (Wong, 1974; Molina y Pedrín, 1976; Méndez, 1987; Gallardo *et al.*, 1991; Jiménez, 1991), se observó que el crecimiento de sardina monterrey del Golfo de California es muy acelerado en los dos primeros años de vida. Algo similar ha sido encontrado para la sardina monterrey de Bahía Magdalena, en la costa occidental de Baja California Sur (Félix, 1986, 1990). El desempeño fisiológico y ecológico de la sardina monterrey (y de los pelágicos menores en general) está íntimamente ligado a las condiciones ambientales y no es difícil imaginar que esto

pueda resultar en cambios importantes en el ritmo de crecimiento de la sardina. Esto es fundamental en la reglamentación de la pesquería: cambios interanuales en el crecimiento de la sardina monterrey del Golfo implicarían modificaciones constantes a la norma que establece la talla mínima legal de captura.

Los parámetros L_{∞} , K y t_0 estimados de la sardina monterrey en diversas áreas de distribución de la especie han presentado diferencias notables, dentro y fuera del Golfo de California (Tabla 4). Es por ello conveniente estandarizar técnicas y examinar diversos métodos utilizados para la estimación de los parámetros de crecimiento, determinar su precisión y posibles sesgos (v.g., Csirke y Sharp, 1985). Los parámetros de crecimiento individual son básicos en modelos pesqueros y, en consecuencia, en el peor de los casos su imprecisión e inexactitud pudieran resultar en medidas de manejo erróneas.

Debido a problemas de correlación, la selección de los parámetros más acertados no debe basarse en el análisis de los parámetros en forma individual (Sparre *et al.*, 1989). Una prueba para evaluar la confiabilidad de los estimados de los parámetros de crecimiento, que considera lo anterior, es la llamada "prueba phi prima de Munro" (ϕ') (Munro y Pauly, 1983; Pauly y Munro, 1984). En esta prueba, dos valores alternos de los parámetros para la misma población, que difieren por mucho, indicarían sesgo en uno o ambos valores. De acuerdo con los resultados de la aplicación de esta prueba (Tabla 4), los valores de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy obtenidos en este trabajo se pueden considerar confiables.

Tabla 4. Parámetros del modelo de crecimiento individual de von Bertalanffy, y de ϕ' (parámetro de Munro) de la sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*).

FUENTE	L_{∞}	K	t_0	ϕ' ¹	AREA DE ESTUDIO
Holt, 1960 ²	260.00	0.500	--	10.424	California, E.U.
Beverton, 1963 ²	290.30	0.400	--	10.544	California, E.U.
Molina y Pedrín 1976 ³	198.60	0.320	-1.9500	9.444	Golfo de California
Méndez, 1987 ²	160.40	2.065	-0.0082	10.880	Golfo de California
Félix, 1990 ²	176.90	0.997	-0.0154	10.348	Bahía Magdalena
Jiménez, 1991 ²	202.90	0.550	-0.7400	10.027	Golfo de California
	216.30	0.470	-0.8200	9.998	California
Gallardo <i>et al.</i> , 1991 ³	197.95	0.3612	-1.6324	9.558	Golfo de California
Este estudio ²	224.17	0.457	-0.8910	10.064	Golfo de California

$$^1 \phi' = \ln(K) + 2 * \ln(L_{\infty})$$

²Se utilizaron otolitos;

³Se utilizaron escamas

Conclusiones

1. El conjunto de una banda opaca y una hialina se forma en aproximadamente un año, por lo que los grupos de edad se pueden considerar anuales.
2. La época de reproducción abarcó el invierno y primavera, coincidiendo con las temperaturas más bajas del período de estudio.
3. Existe relación entre los meses de máxima y mínima actividad reproductora y la formación de las bandas de crecimiento hialina y opaca, respectivamente.
4. Durante la temporada de pesca 1990-1991 se detectaron seis grupos de edad (0 al V) en las capturas comerciales de sardina monterrey del Golfo de California, con dominancia de los grupos I, II y 0.
5. El crecimiento de la sardina monterrey del Golfo de California es rápido durante los dos primeros años de vida.
6. Los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy ($L_{inf} = 224.17$ mm; $K = 0.467$ /año; $t_0 = -0.891$ años), se consideran suficientemente confiables como para ser utilizados en una evaluación de la pesquería de sardina monterrey.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo de Ángel Godínez durante el trabajo de campo y laboratorio y a Myrna Anguiano en la logística.

Referencias bibliográficas

- ANÓNIMO. 1982. Métodos de recolección y análisis de datos de tallas y edad para la evaluación de poblaciones de peces. *FAO Circ. Pesca* 736.
- BECKMAN, D.W., C.A. Wilson, y L. Stanley. 1988. Age and growth of red drum, *Sciaenops ocellatus*, from offshore waters of the northern Gulf of México. *Fish. Bull.* 87:17-28
- BEVERTON, R.J.H. 1963. Maturation, growth and mortality of clupeoid and engraulid stocks in relation to fishing. En: Parrish, B.B. (ed.) *Contrib. to Herring Symp.* 1961. *Rapp. et Proc.-Verb. Réun. Cons. Int. Explor. Mer* 154: 44-67.
- BEVERTON, R.J.H., y S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food G.B.* (2 Sea Fish), 19:533 p.
- CISNEROS MATA, M.A., J.A. De Anda Montañez, I.J. Estrada García, y F. Páez Barrera. 1990. Evaluación de las pesquerías de sardinas monterrey y crinuda del Golfo de California. *Inv. Marinas, CICIMAR* 5(1): 19-26.
- CISNEROS MATA, M.A., M.O. Nevárez Martínez, y M.G. Hammann. 1995. The rise and fall of the Pacific sardine, *Sardinops sagax caeruleus* Girard, in the Gulf of California, México. *CalCOFI Rep.* 36: 136-143.
- C SIRKE, J., y G.D. Sharp (eds.). 1985. Informes de la consulta de expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición por especies de los recursos de peces nerfíticos. San José, Costa Rica. 18-29 de abril de 1983. *FAO Inf. Pesca* 291 (1):104 p.
- EHRHARDT, N. 1981. Cursos sobre métodos de evaluación de recursos y dinámica de poblaciones. Tercera parte. Parámetros Poblacionales. *FAO-CICIMAR, La Paz, Baja California Sur, México.*
- FÉLIX URAGA, R. 1986. Edad, crecimiento y estructura poblacional de *Sardinops sagax caerulea* en Bahía Magdalena, durante 1981 a 1984. *Tesis de Maestría. I.N.P., CICIMAR, La Paz, Baja California Sur, México.* 103 p.
- FÉLIX URAGA, R. 1990. Crecimiento de *Sardinops sagax caerulea* en Bahía Magdalena, México. *Inv. Mar. CICIMAR* 5(1):27-31.
- FÉLIX URAGA, R., y F. Félix Uruga. 1987. Estructura por tallas y edades de la captura de sardina monterrey en Bahía Magdalena, durante 1985 y 1986. *Mem. Simp. Invest. Biol. y Oceanograf. Pesq. Méx. CICIMAR-CONACYT, La Paz, Baja California Sur, Abril de 1987:*p. 35-39.
- FÉLIX URAGA, R., y E.M. Ramírez Rodríguez. 1989. Verificación en las determinaciones de edad de *Sardinops sagax caerulea* basados en la lectura de otolitos. *Inv. Mar. CICIMAR* 4(1):59-64.
- GALLARDO CABELLO, M., A. Laguarda Figueras, y V. Pérez Arroyo. 1991. Determinación de los parámetros poblacionales: edad, crecimiento y mortalidad natural de la sardina de *Sardinops sagax caerulea* (Jenyns, 1842) de las poblaciones localizadas en el sur del Golfo de California (Pisces: Clupeidae). *Ciencia Pesquera* (8):107-117.
- GULLAND, J.A. 1966. Manual of sampling methods for fisheries biology. *FAO Fish. Biol. Tech. Pap.* (26):75 pp.
- HOLDEN, M.J., y D.F.S. Raitt. 1975. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. *Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2. FAO.* 123 p.
- HOLT, S.J. 1960. A preliminary comparative study of the growth, maturity and mortality of sardines. *Proc. World Sci. Biology of Sardines and Related Species. Subjet Synopsis* (4): 5.
- JEARLD, A. 1983. Age determination. En: Nielsen, L.A. y D.L. Jhonsons (eds.) *Fisheries Techniques. American Fisheries Society. Bethesda.* p. 301-324.
- JIMÉNEZ RODRÍGUEZ, J.G. 1991. Análisis comparativo del crecimiento y la estructura poblacional de sardina monterrey *Sardinops caeruleus* (Girard) en el Golfo de California de las temporadas 1988/1989 y 1989/1990. *Tesis Profesional. Escuela de Biología. Universidad Autónoma de Guadalajara. México.* 60 p.
- MÉNDEZ DASILVEIRA, B. 1987. Edad y crecimiento de *Sardinops sagax caerulea* en el Golfo de California. *Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad de Guadalajara. México.* 91 p.
- MOLINA VALDÉZ, D., y O. Pedrín Osuna. 1976. Crecimiento de *Sardinops sagax caerulea* en el Golfo de California. *Mem. Simp. Rec. Pesq. Masivos. México. Ensenada, Baja California, México,* p189-204.
- MUNRO, J.L., y D. Pauly. 1983. A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte* 1(1): 5-6.

- NEVÁREZ MARTÍNEZ, M.O. 1990. Producción de huevos de la sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) en el Golfo de California: una evaluación crítica. *Tesis de Maestría. CICESE. Ensenada, Baja California. México.* 144 p.
- PAULY, D., y J.L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte* 2: 121.
- PEDRIN OSUNA O.A. y A. Ancheita Avalos, 1976. Estadísticas básicas de la explotación de sardina en el Noroeste de México. *Inst. Nal. de Pesca. Subsecretaría de Pesca. Serie Información INP/SI:i79:* 11 p.
- PEDRIN, O.A., V.A. Sokolov y D. Molina Valdez. 1973. Las capturas, capturas por unidad de esfuerzo y esfuerzo de la pesquería de sardina monterrey en el Golfo de California de 1968 a 1972. *Inst. Nal. de Pesca. Subsecretaría de Pesca. Serie Información INP/SI:i3:* 23 p.
- SOKOLOV, V.A., y M. Wong Ríos. 1972. Informe científico de las investigaciones sobre peces pelágicos del Golfo de California. (Sardina, Crinuda, y Anchoqueta) en 1970. *México/PNUD/FAO. Inf. Cient. 1:* 31 p.
- SPARRE, P., E. Ursin, y S.C. Venema. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. *Manual.FAO Fish. Tech. Pap. 306.*
- TORRES VILLEGAS, J.R., M.A. Reinecke Reyes, y R. Rodríguez Sánchez. 1986. Ciclo reproductor de *Sardinops sagax* (sardina monterrey), en el Golfo de California. *Inv. Mar. CICIMAR* 3(1):5.
- WILLIAMS, T., y B.C. Bedford. 1974. The use of otoliths for age determination. En: Bagenal, T.B. (ed.) Ageing of Fish. *Proc. International Symp. Ageing of Fish. FAO, England. p. 114-123*
- WONG RÍOS, M. 1974. Biología de la sardina del Golfo de California *Sardinops sagax caerulea. CalCOFI Rep. 17:* 97-100.