



Tallas y otolitos en la determinación de la edad de la anchoveta *Engraulis mordax* (Pisces: Engraulidae)

Xavier Chiappa-Carrara y Manuel Gallardo-Cabello

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, A.P. 70-305 México 04510 D.F.

(Rec. 19-I-1990. Acep. 28-XI-1990)

Abstract: Three populations of *Engraulis mordax* are differentiated in west Baja California coasts, on the basis of length frequency distributions and age-length relationships. Polymodal curve analyses according to Petersen, Cassie and Bhattacharya determined four age groups. Otolith analyses established eight age groups for each population in 1986 and 1987. Data obtained by Bhattacharya's method were most similar to data determined by otolith analyses. The age-length relation showed that individuals of the same age are larger in the northern than in the southern areas.

Key words: Age determination, length frequency distributions, otoliths, Petersen, Cassie and Bhattacharya methods, *Engraulis mordax*, anchovy.

La anchoveta *Engraulis mordax*, que se distribuye entre la Columbia Británica en Canadá y Cabo San Lucas en México, comprende gran número de poblaciones o subpoblaciones en constante movimiento latitudinal, en función de las variaciones atmosféricas e hidrográficas y dichas poblaciones presentan importantes mezclas (Parrish *et al.* 1985). Por ello, existen diferencias latitudinales tanto en las longitudes promedio alcanzadas a una misma edad, como en la longevidad y la tasa de mortalidad natural (Gallardo-Cabello 1985 a y b, Parrish *et al.* 1985 y Chiappa-Carrara 1988)

De acuerdo con lo anterior y considerando a la edad como uno de los parámetros fundamentales, se plantea la obtención de estos datos como importante para conocer el comportamiento dinámico de las poblaciones de *E. mordax* en el Pacífico Norte.

En relación a los métodos indirectos, tan solo ha sido aplicado el método de Petersen (1892) en la determinación de la edad de poblaciones de *Cetengraulis mysticetus* en el Golfo de Panamá (Howard y Landa 1958) y en siete localidades de la costa occidental tropical del Pacífico (Barret y Howard 1961).

Por lo tanto, en el presente trabajo, se aplicaron tanto el análisis de las frecuencias de tallas como el estudio de los otolitos para

determinar la edad de *E. mordax* en el área comprendida entre las Islas Coronado y Cabo San Quintín, costa occidental de Baja California, durante los años 1986 y 1987.

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron 960 ejemplares provenientes de la región frente a Baja California (Fig.1). Las muestras son producto de la captura comercial. La obtención de los organismos se realizó al azar y con una periodicidad mensual. Las capturas se realizaron a profundidades de 0 a 20 m durante un período que abarca desde enero hasta octubre de 1986 y desde enero hasta junio de 1987.

Los datos biológicos obtenidos para cada uno de los ejemplares fueron los siguientes:

- Longitud total: se midió al milímetro más próximo, desde la punta del hocico hasta el punto de terminación de la aleta caudal.

- Edad: se contaron los anillos del crecimiento en los otolitos *sagitta*. En dichas estructuras se forman dos marcas anuales. Una corresponde a la época de crecimiento rápido (verano-otoño) de aspecto visual opaco y otra correspondiente a la época de crecimiento lento (invierno-primavera) cuyo aspecto es translúcido o hialino

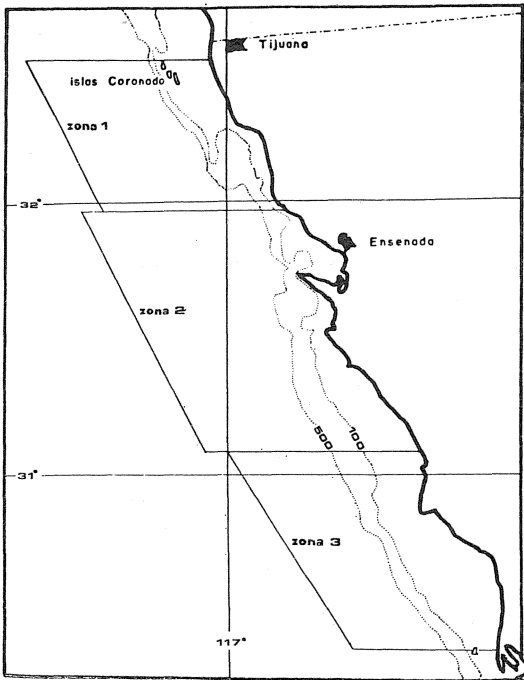


Fig. 1. Área de estudio y límites geográficos de tres poblaciones de *Engraulis mordax*.

(Gallardo-Cabello 1985 a). También se analizaron las curvas multimodales de acuerdo con los métodos de Petersen (1892), Cassie (1950, 1954 y 1963) y Bhattacharya (1967) utilizando las frecuencias de tallas porcentuales anuales.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se establecieron tres zonas en las que los ejemplares de *E. mordax* mostraban diferencias significativas en relación a la talla promedio para cada edad. Así se delimitaron tres poblaciones distintas (Fig. 1): la primera desde las Islas Coronado hasta Punta Salsipuedes, la segunda desde allí hasta Punta Santo Tomás y la tercera, desde esa localidad hasta Punta San Quintín (Chiappa-Carrara 1988). La delimitación de las dos primeras áreas, así como el análisis de las poblaciones de la anchoveta en estas zonas, para el año de 1982, han sido establecidas por Gallardo-Cabello (1985 a y b).

Por otra parte, CalCOFI (1985) estableció las mismas zonas que se mencionan en este trabajo con base a ciertas características hidrográficas,

como son la temperatura y la salinidad. Parrish *et al.* (1985) también delimitaron estas áreas.

Determinación de la edad por medio de las frecuencias de tallas: La identificación de los máximos picos modales con el método de Petersen, permitió establecer las longitudes correspondientes a cuatro grupos de edad (Cuadros 1 y 2, Fig. 2). La sobreposición entre los máximos modales impidió diferenciar cuatro grupos de edad, en algunos casos, especialmente en los resultados obtenidos en 1987, período en que el tamaño de la muestra fue más pequeño.

Los resultados obtenidos por el método de Cassie permitieron identificar cuatro grupos de edad (Cuadros 1 y 2). Los Puntos de inflexión considerados para la separación de las curvas multimodales fueron los siguientes: para el año de 1986, zona 1: 47.0%, 65.0%, 81.0% y 98.5%; zona 2: 42.0%, 66.0%, 82.0% y 96.5%; zona 3: 50.0%, 74.0%, 87.0% y 96.5%. Para el año de 1987, zona 1: 59.0%, 77.0%, 95.5% y 98.6%; zona 2: 61.0%, 91.0%, 98.7% y 99.2%; zona 3: 63.0%, 83.0%, 95.0% y 99.3%.

Los resultados del método de Bhattacharya se presentan en los cuadros 1 y 2. En la mayoría de los casos se observaron cuatro grupos de edad. Con respecto a las zonas 1 y 2 en 1987, se presentaron únicamente tres grupos de edad.

Determinación de la edad por medio de los otolitos: De los 960 otolitos examinados, el 80% pudieron ser estudiados sin dificultad, el 15% tuvieron que ser revisados varias veces y el 5% fueron descartados.

Las determinaciones de la edad obtenidas a partir de la lectura de los otolitos se muestran en los cuadros 1 y 2, observándose que existen diferencias latitudinales en relación a las tallas promedio para cada edad en las zonas estudiadas.

Comparación de los métodos: Los valores de las tallas promedio para cada edad, calculados mediante el análisis de las curvas multimodales, fueron comparados con los datos obtenidos por la lectura de los otolitos, mediante la suma de los cuadrados de las diferencias. Los resultados encontrados fueron los siguientes: Petersen, 1986: zona 2 = 44.38. Cassie, 1986:

CUADRO 1

Longitudes a cada edad estimadas por medio de los diversos métodos sobre el análisis de las frecuencias de tallas y de la lectura de los otolitos de *E. mordax*. Año 1986

Zona	Grupos de edad (años)	Longitud (mm)			
		Petersen	Cassie	Bhattacharya	Otolitos
Zona 1 1986	0	-	-	-	86.93
	I	100.0	94.0	101.49	101.60
	II	115.0	108.5	112.50	113.33
	III	125.0	118.5	123.47	122.65
	IV	-	130.8	129.96	130.05
	V	-	-	-	135.94
	VI	-	-	-	140.61
VII	-	-	-	144.32	
Zona 2 1986	0	-	-	-	83.42
	I	105.0	97.5	99.46	99.82
	II	115.0	108.2	111.49	112.34
	III	125.0	118.5	122.48	121.90
	IV	135.0	130.0	131.82	129.19
	V	-	-	-	134.75
	VI	-	-	-	139.00
VII	-	-	-	142.24	
Zona 3 1986	0	-	-	-	83.47
	I	105.0	96.8	99.63	99.59
	II	115.0	108.5	111.99	111.73
	III	125.0	118.0	120.50	120.87
	IV	-	129.5	127.81	127.75
	V	-	-	-	132.94
	VI	-	-	-	136.84
VII	-	-	-	139.78	

CUADRO 2

Longitudes a cada edad estimadas por medio de diversos métodos sobre el análisis de las frecuencias de tallas y de la lectura de los otolitos de *E. mordax*. Año 1987

Zona	Grupos de edad (años)	Longitud (mm)			
		Petersen	Cassie	Bhattacharya	Otolitos
Zona 1 1987	0	-	-	-	78.52
	I	100.0	94.0	96.66	96.04
	II	115.0	111.2	115.50	109.69
	III	130.0	125.5	-	120.31
	IV	-	137.1	127.98	128.58
	V	-	-	-	135.02
	VI	-	-	-	140.00
VII	-	-	-	143.94	
Zona 2 1987	0	-	-	-	80.80
	I	105.0	96.0	101.66	97.98
	II	-	107.5	109.30	111.03
	III	125.0	117.2	-	120.94
	IV	-	128.0	130.50	128.46
	V	-	-	-	134.18
	VI	-	-	-	138.52
VII	-	-	-	141.82	
Zona 3 1987	0	-	-	-	83.77
	I	100.0	95.8	99.79	99.98
	II	115.0	107.5	109.63	112.10
	III	-	118.2	121.33	121.16
	IV	135.0	131.5	131.72	127.93
	V	-	-	-	133.00
	VI	-	-	-	136.78
VII	-	-	-	139.61	

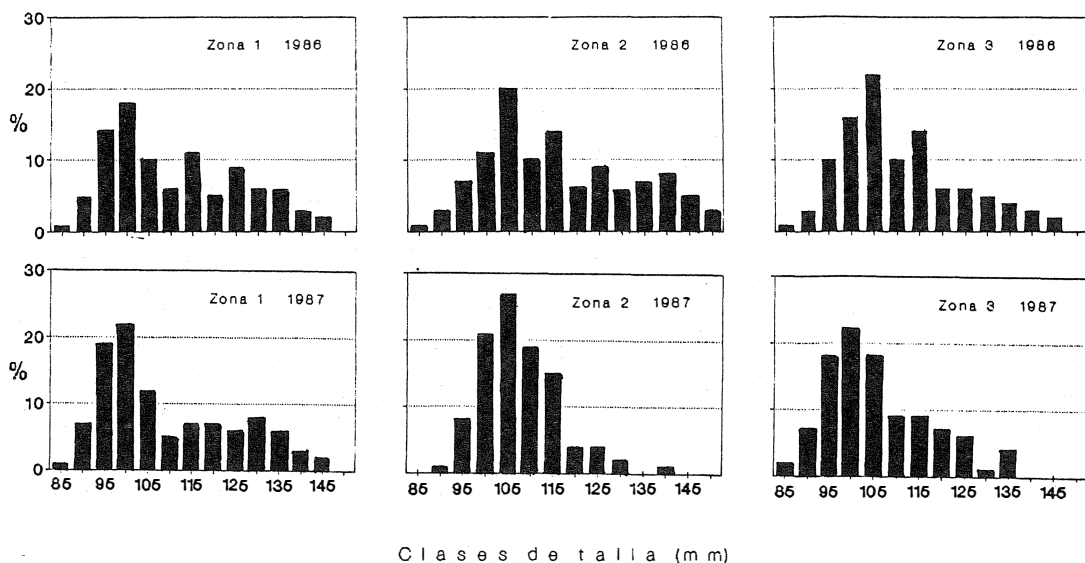


Fig. 2. Porcentajes de la frecuencia por clases de talla de *Engraulis mordax* en Baja California Norte.

zona 1 = 98.87, zona 2 = 34.74 y zona 3 = 28.01. 1987: zona 1 = 106.97, zona 2 = 30.58 y zona 3 = 60.13. Bhattacharya, 1986: zona 1 = 1.66, zona 2 = 8.11 y zona 3 = 0.22. 1987: zona 3 = 20.53.

La aplicación del método de Petersen, solo permitió la identificación de cuatro grupos de edad, en relación a los datos obtenidos en la zona 2, para 1986. En los demás casos correspondientes a este año, se obtuvieron solamente tres grupos de edad. Es muy posible que los grupos de edad "III" y "IV" estén sobrepuestos, formando una sola moda. De igual modo el análisis realizado en las zonas 1 y 3, para 1987, hizo posible únicamente la identificación de tres grupos de edad. Por lo tanto, en la zona 3, el grupo de edad "III" no se observa, quedando mezclado posiblemente, con el "IV". Asimismo en la zona 2, para este mismo año, se presentan mezclas que dejan ocultos a los grupos "II" y "IV". De todas las técnicas aplicadas, el método de Petersen fue el que presentó mayores diferencias en relación a los datos encontrados por medio del análisis de los otolitos.

El método de Cassie presentó una mejora general de los datos del Petersen, al obtenerse cuatro grupos de edad en todas las zonas y los años analizados. En todos los casos, las longitudes calculadas para las edades "III" y "IV", fueron muy semejantes a las obtenidas por medio de la lectura de los otolitos.

En términos generales, los valores obtenidos por el Bhattacharya fueron los más próximos a los de los otolitos.

No obstante, en las zonas 1 y 2 para el año de 1987, no fue posible identificar el tercer grupo de edad. Lo anterior es debido a la gran sobreposición de las curvas polimodales y al tamaño más reducido de la muestra. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el proceso de separación de las mezclas polimodales desarrollado por Bhattacharya, resultó ser más preciso que los propuestos por Petersen y Cassie, aunque éste último permitió identificar un mayor número de modas.

Estos métodos son adecuados para el análisis de los grupos de edad de la anchoveta, ya que permitieron realizar un examen previo de la composición de las tallas, y establecer un criterio de comparación con los datos de los otolitos, al menos durante las primeras etapas del ciclo de vida del organismo.

Por otra parte, en el análisis de las frecuencias de tallas, sólo fue posible identificar tres y cuatro grupos de edad, mientras que la lectura de los otolitos permitió establecer ocho grupos de edad. Ello es debido, básicamente, a que el crecimiento de *E. mordax*, es más intenso durante sus primeras etapas de vida. En los cuadros 1 y 2 se observa que en los ejemplares de las clases anuales "I", "II" y "III" se manifiesta una mayor tasa de crecimiento, lo que no ocurre en los peces de mayor edad. Esto provoca que a partir de la clase anual "III", en los histogramas se produzcan superposiciones entre los máximos modales que impiden la determinación de clases anuales superiores a "IV".

En todos los casos, la primera curva modal identificada corresponde a la longitud promedio del primer año de vida de la anchoveta. Es decir, no está representada la edad "0" en los histogramas. Ello se debe a que los artes de pesca que se emplean para la captura de la anchoveta, presentan una abertura de malla lo suficientemente grande como para que puedan escapar la mayor parte de los organismos que no han cumplido su primer año de vida. Así, en las muestras el número de individuos del grupo de edad "0" es tan escaso que no aparece bien representado en los histogramas de las frecuencias de tallas.

AGRADECIMIENTOS

A la Compañía Pesquera Zapata por haber facilitado el material biológico y a James B. Curtis y Andrew G. James por la revisión del manuscrito.

RESUMEN

Mediante el análisis de las frecuencias de tallas y de la relación edad-longitud, se estableció la diferenciación de tres poblaciones de *Engraulis mordax* que habitan en la costa occidental de Baja California. La aplicación de las técnicas de las curvas polimodales de Petersen, Cassie y Bhattacharya permitió encontrar individuos de edades de hasta cuatro años. El estudio de los otolitos hizo posible establecer ocho grupos de edad en cada una de las poblaciones estudiadas durante 1986 y 1987. El método de Bhattacharya fue el que proporcionó los resultados más próximos a los de los otolitos.

Asimismo, se determinó la relación edad-longitud, observándose que la talla de los individuos a una misma edad aumenta conforme se incrementa la latitud.

REFERENCIAS

- Barret, I. & G.V. Howard 1961. Studies of the age, growth, sexual maturity and spawning of populations of anchoveta, *Cetengraulis mysticetus* of the coast of the Eastern Tropical Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 5:1-153.
- Bhattacharya, C.G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. Biometrics 23: 115-135.
- CalCOFI 1958. Studies of the California Current System. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 5: 1-125
- Cassie, R.M. 1950. The analysis of polymodal frequency distributions by the probability paper method. N. Z. J. Sci. Rev. 8:89-91.
- Cassie, R.M. 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 5:513-522.
- Cassie, R.M. 1963. Tests of significance for probability paper analysis. N.Z.J. Sci. Rev. 6:474-482.
- Chiappa-Carrara, X. 1988. Consideraciones bioecológicas sobre la alimentación, crecimiento, hábitos alimenticios y contenido calórico de la dieta de las poblaciones de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard, localizadas en las costas occidentales de Baja California. Tesis de Maestría. UACPyP-CCH UNAM. 131 p.
- Gallardo-Cabello, M. 1985a. Determinación de la edad de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard, en aguas de Baja California Norte (Pisces:Engraulidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México 12:221-234.
- Gallardo-Cabello, M. 1985b. Determinación de la mortalidad total y natural de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard, en aguas de Baja California Norte (Pisces: Engraulidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México 12: 253-260
- Howard, G.V. & A. Landa 1958. A study of the age, growth sexual maturity and spawning of anchoveta *Cetengraulis mysticetus* of the Gulf of Panamá. Inter-Mer. Trop. Tuna Comm. Bull. 2:416-467.
- Parrish, R. H, D. L. Mallicoate & K.F. Mais. 1985. Regional variations in the growth and age composition of the northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish. Bull. 83:483-496.
- Petersen, C. G.J. 1892. Fishkenbiologiske forhold i Holboek fjord, 1890(91). Beretning fra de Danske Biologiske Station for 1890 (91) 1:121-183.