

# Estimación de la edad de la lisa *Mugil cephalus* y la lebrancha *M. curema* por métodos indirectos.

A. L. Ibáñez Aguirre<sup>1</sup>,  
M. Gallardo Cabello<sup>2</sup> y  
M. P. Sánchez Rueda<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Depto. de Hidrobiología. Apdo. Postal 55-535, C.P. 09000, México, D.F.

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Apdo. Postal 70-305, C.P. 04510, México, D.F.

Ibáñez Aguirre, A.L., M. Gallardo Cabello y M. P. Sánchez Rueda, 1995. Estimación de la edad de la lisa *Mugil cephalus* y la lebrancha *M. curema* por métodos indirectos. *Hidrobiológica* 5 (1-2): 105-111.

## RESUMEN

Se realiza el análisis de las frecuencias de tallas de la lisa (*Mugil cephalus*) y la lebrancha (*M. curema*) en la laguna de Tamiahua, Veracruz, por medio de la aplicación de los métodos de Petersen (1892), Cassie (1950, 1954, 1963) y Bhattacharya (1967). El método que proporcionó los resultados más próximos a los determinados por medio de la lectura de los otolitos fue el Bhattacharya. Se obtuvieron las siguientes longitudes medias para cada grupo de edad; para *M. cephalus*: edad "2", 247 mm; edad "3", 278 mm; edad "4", 311 mm y edad "5", 341 mm; para *M. curema*: edad "0", 170 mm; edad "1", 224 mm; edad "2", 248 mm; edad "3", 268 mm y edad "4", 288 mm. El reclutamiento a la pesquería ocurre durante los meses de junio y julio, presentándose ejemplares con tallas de 200 y 160 mm para *M. cephalus* y *M. curema*, respectivamente.

**Palabras clave:** *Mugil cephalus*, *Mugil curema*, edad, métodos indirectos, frecuencias de tallas.

## ABSTRACT

This paper analyzes the length frequency distributions of *Mugil cephalus* and *M. curema* in Tamiahua lagoon, Veracruz, by the application of the methods of Petersen (1892), Cassie (1950, 1954, 1963) and Bhattacharya (1967). Data obtained by Bhattacharya method were the most similar to age determinations by otolith's analysis. The mean lengths obtained for each age group are as follows: *M. cephalus*: Age "2", 247 mm; Age "3", 278 mm; Age "4", 311 mm and Age "5", 341 mm. *M. curema*: Age "0", 170 mm; Age "1", 224 mm; Age "2", 248 mm; Age "3", 268 mm and Age "4", 288 mm. Recruitment to fishery occurs during June and July, recruits having an average length of 200 mm for *M. cephalus* and 160 mm for *M. curema*.

**Key words:** *Mugil cephalus*, *Mugil curema*, age, indirect methods, length frequency distributions.

## INTRODUCCIÓN

Petersen (1892) aplicó por vez primera el análisis de las frecuencias de tallas de una población para la determinación de la edad de los peces, basándose en la suposición de que las tallas correspondientes a los diferentes grupos de edad presentan una distribución normal. De esta manera, la representación gráfica de la distribución de las frecuencias de tallas de una población, mostrará una serie de máximos modales correspondientes a las tallas promedio de los peces a una edad determinada. Analizando el

desplazamiento de estas clases modales a través del tiempo se puede llegar a conocer el crecimiento.

Cassie (1950, 1954, 1963) proporcionó un método que mejoró las técnicas propuestas por Petersen al eliminar algunos errores del método original, correspondientes a la sobreposición de los puntos de las distribuciones de las frecuencias que conforman la curva polimodal.

Bhattacharya (1967) desarrolló una técnica que permite la separación de los elementos de las distribuciones

normales que se encuentren sobrepuestos, mediante el análisis del logaritmo de las diferencias de las frecuencias de las tallas como una función cuadrática del punto medio de la clase.

Tanto las técnicas de Cassie (1950, 1954, 1963) como las de Bhattacharya (1967) discriminan las sobreposiciones de las curvas unimodales y proporcionan una valiosa ayuda en la interpretación de los histogramas de que se dispone.

De acuerdo con lo anterior, en este estudio se aplican por primera vez, para *Mugil cephalus* (Linneo) y *M. curema* (Valenciennes), las técnicas propuestas por los autores mencionados, obteniéndose las tallas promedio para cada edad, los períodos en que se llevan a cabo el reclutamiento a la pesquería y las longitudes promedio a las que dichos organismos se incorporan a la población adulta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se realizó a partir de las capturas comerciales desembarcadas en la población ribereña a la laguna de Tamiahua, Veracruz. Las visitas a la zona de colecta se llevaron a cabo mensualmente durante los primeros 8 días de cada mes, durante un año, desde abril de 1991 hasta marzo de 1992.

De la captura desembarcada se obtuvo una submuestra aplicando la técnica del análisis de Tallo y Hoja (Tukey, 1977), dibujando una paralela menor a la curva. El objeto de la utilización de este método fue el observar *in situ* la distribución de frecuencias de tallas de la captura, y de esta manera poder seleccionar a los ejemplares con la finalidad de obtener una muestra representativa.

Se obtuvo la longitud total de 2,628 individuos de *M. cephalus* y 3,354 de *M. curema*, debido a que en el 100% de los casos conservan la aleta caudal. La longitud total se obtuvo por medio de un ictiómetro, colocando al ejemplar sobre su costado derecho y midiendo hasta el milímetro más próximo, desde la punta del hocico hasta el extremo final de la aleta caudal.

Para el análisis de las frecuencias de tallas se aplicaron los métodos de Petersen (1892), Cassie (1950, 1954, 1963) y Bhattacharya (1967).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Método de Petersen

#### *Mugil cephalus*

En la figura 1 se observan los histogramas de las frecuencias de tallas expresadas como el porcentaje del

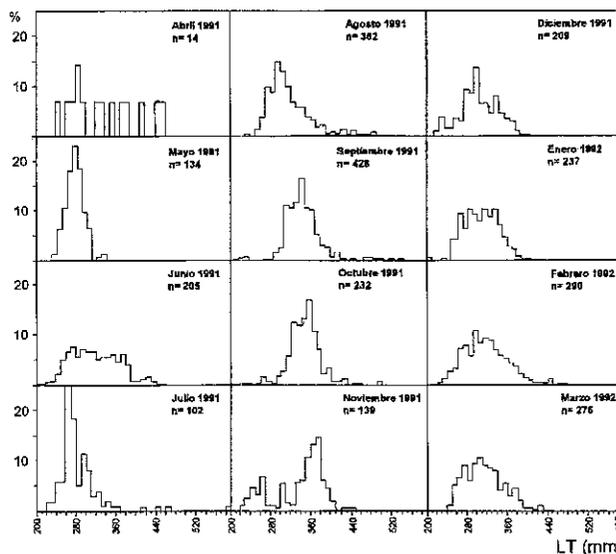


Figura 1. Histogramas mensuales de las distribuciones de frecuencias de tallas (mm), de *Mugil cephalus*.

número de individuos correspondientes a las diferentes clases de tallas.

El mes de mayor volumen de la freza, noviembre, se estimó con base en el análisis del ciclo de la madurez gonádica, este mes es considerado como la fecha de nacimiento de la nueva generación, que se recluta a la pesquería durante el mes de junio. En la zona de estudio *M. cephalus* muestra un periodo de desove que va desde octubre-noviembre hasta febrero-marzo, presentando un pico máximo en diciembre-enero (Ibáñez, 1995).

El número de la muestra para el mes de abril fue pequeño ( $n=14$ ) debido a que la mayor parte de los organismos estaban desovando en la zona costera y por lo tanto, la captura comercial fue escasa.

La ausencia de las primeras modas en los histogramas de Petersen se debe a la selectividad del arte de pesca empleado, el cual permitió el escape de los organismos correspondientes a los grupos de edad "0" y "1", por lo que el análisis de las curvas multimodales se llevó a cabo a partir del grupo de edad "2" que corresponde a una talla de 270 mm. Sin embargo, a través del análisis de otolitos, se obtuvieron las edades "0" y "1" por medio de retrocálculo (Ibáñez, 1995).

De acuerdo con lo anterior, la segunda moda, que corresponde a la edad "3", aparece a los 300 mm. Las edades "4" y "5" están representadas por las modas que aparecen a los 350 y 380 mm, respectivamente.

Las tallas más abundantes correspondieron a los ejemplares de 260 a 360 mm de longitud total. Los individuos de

las tallas mayores (390 a 580 mm) estuvieron escasamente representados, lo cual puede indicar la sobreexplotación de esta especie.

En este análisis, el desplazamiento de las modas durante la primavera y el verano es mayor al observado durante los meses de diciembre a marzo. De aquí que la etapa de mayor crecimiento en longitud se lleva a cabo durante la primavera y el verano y disminuye durante los meses de otoño e invierno.

Las tallas pertenecientes a cada grupo anual se muestran en la tabla 1. Como se observa, sólo se pudieron identificar 4 grupos de edad, debido a que a partir de la clase anual 5 se producen sobreposiciones entre los máximos modales que impiden la determinación de clases anuales superiores.

*Mugil curema*

En la figura 2 se muestran las frecuencias porcentuales del número de individuos correspondientes a las diferentes clases de talla.

El intervalo de las clases de talla ocurre desde los 160 a los 340 mm de longitud total. A través de este método se determinó que el mes de reclutamiento a la pesquería es en julio. La época de mayor volumen de freza se presenta en el mes de febrero, de acuerdo con los resultados obtenidos del análisis del ciclo de madurez gonádica. En la laguna de Tamiahua, *M. curema* muestra un periodo de desove que va desde febrero hasta junio, presentando un pico máximo en marzo-abril (Ibáñez, 1995).

Igual a cómo ocurre en el caso de *M. cephalus*, el número de muestra para esta especie en el mes de junio fue muy pequeño (n= 7) debido a que la mayor parte de los individuos se encontraban desovando en la zona costera.

La primera moda se presentó en el mes de julio a los 210 mm, considerada como la edad "0"; y durante el mes de febrero aparecieron las modas correspondientes a las

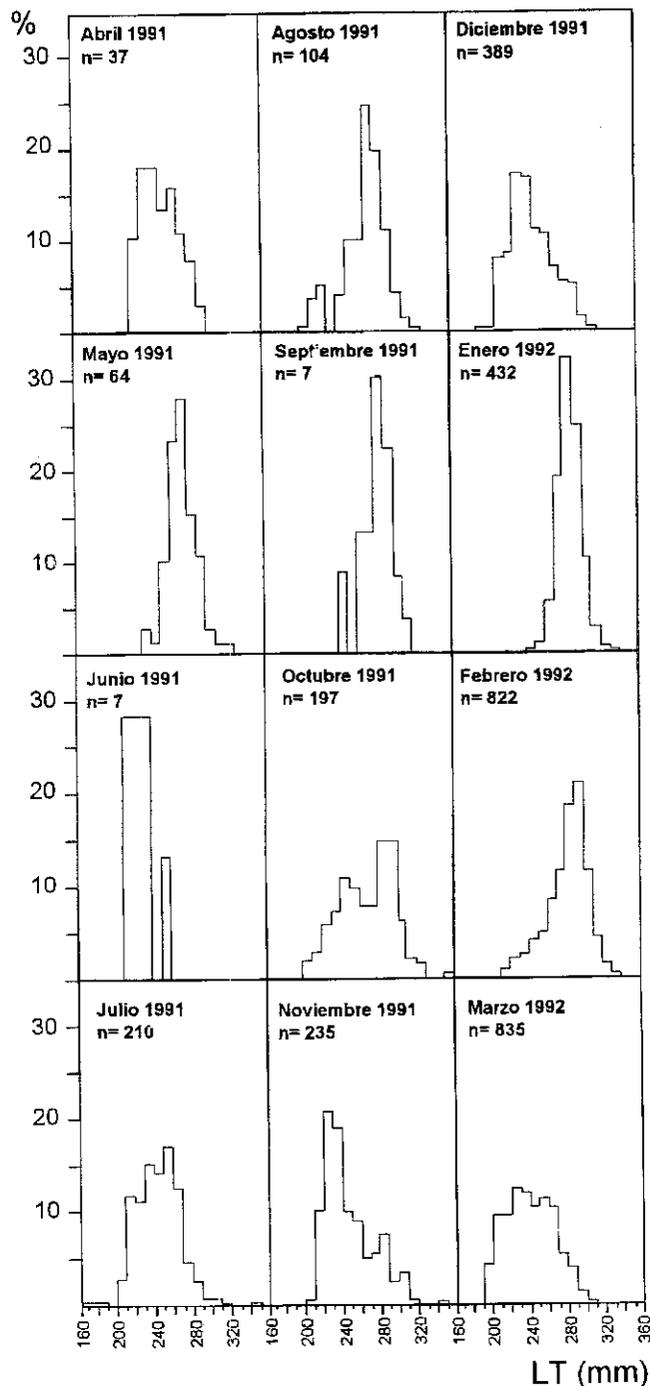


Figura 2. Histogramas mensuales de las distribuciones de frecuencias de tallas (mm), de *Mugil curema*.

Tabla 1. Longitudes medias de cada grupo anual, determinadas por los métodos de Petersen, Cassie y Bhattacharya para *Mugil cephalus*.

Grupo de edad (años)	Petersen (mm)	Cassie (mm)	Bhattacharya (mm)
2	270	233	247
3	300	316	278
4	350	344	311
5	380	372	341

edades "1", "2" y "4" que corresponden a los 230, 250 y 290 mm, respectivamente.

Las tallas pertenecientes a cada grupo anual se muestran en la tabla 2. Sólo pudieron identificarse 4 grupos de edad, debido a que no todas las tallas se encontraron bien representadas. Este comportamiento es consecuencia

de un esfuerzo de pesca dirigido particularmente hacia los organismos de mayor talla, mayores de 4 años.

### Método de Cassie

#### *Mugil cephalus*

Para este análisis se utilizaron los porcentajes acumulativos de 139 ejemplares del mes de noviembre de 1991, por ser el mes de la máxima freza y del nacimiento de la nueva generación. En la figura 3 se observa que los puntos de inflexión se sitúan en los porcentajes 29.4, 38.8, 84.8 y 98.5% que corresponden a los grupos de edad "2", "3", "4" y "5", respectivamente (Tabla 1).

#### *Mugil curema*

Para este análisis se utilizaron los porcentajes acumulativos de 822 ejemplares del mes de febrero de 1992 por ser el mes de la máxima freza y de nacimiento de la nueva generación. En la figura 4 se observan los puntos de inflexión que se sitúan en los porcentajes 7.54, 58.1, 96.96 y 96.88%, que corresponden a los grupos de edad "1", "2", "3" y "4", respectivamente.

Para la estimación de la edad "0" se emplearon los datos del mes de julio de 1991, mes en el cual se lleva a cabo el reclutamiento de los organismos a la pesquería. En la figura 5 se observa el primer punto de inflexión en el 1.6%, el cual corresponde a una talla media de 165 mm. Los resultados de este análisis se muestran en la tabla 2, en donde se aprecia que por medio de este método se pudieron estimar 5 grupos de edad.

### Método de Bhattacharya

#### *Mugil cephalus*

Este método se aplicó para el mes de noviembre, por ser la fecha del nacimiento de la nueva generación. En la figura 6 se muestran las diferencias logarítmicas de las frecuencias de clases de tallas ( $\Delta \log_{10}v$ ) con respecto al punto medio de cada clase de talla, obteniéndose 4 líneas con pendiente negativa que corresponden a los grupos de edad "2", "3", "4" y "5". En la tabla 1, se muestran los resultados obtenidos por medio de este método para las edades de 2 a 5 años.

El método de Bhattacharya puede ser útil en la determinación de la edad, siempre y cuando los intervalos de las clases de tallas que se escojan sean pequeños y las frecuencias de cada clase estén bien representadas (Gallardo-Cabello, 1986). Por tanto, la dificultad de la aplicación de este método consiste en la dispersión de los puntos y, en consecuencia, de la obtención de las líneas rectas.

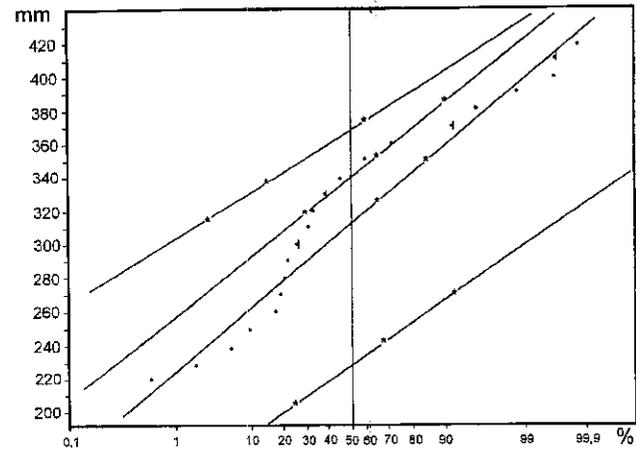


Figura 3. Distribución de las frecuencias de tallas para *M. cephalus* por medio del papel de probabilidades para el mes de noviembre de 1991.

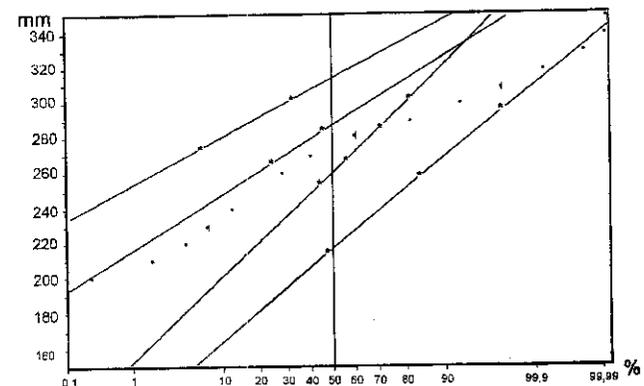


Figura 4. Distribución de las frecuencias de tallas para *M. curema* por medio del papel de probabilidades para el mes de febrero de 1992.

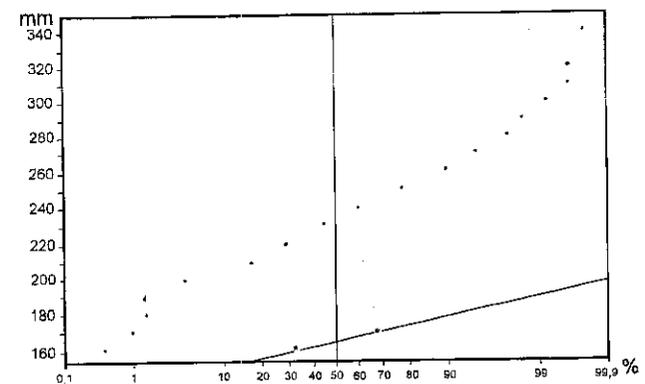


Figura 5. Distribución de las frecuencias de tallas para *M. curema* por medio del papel de probabilidades para el mes de julio de 1991.

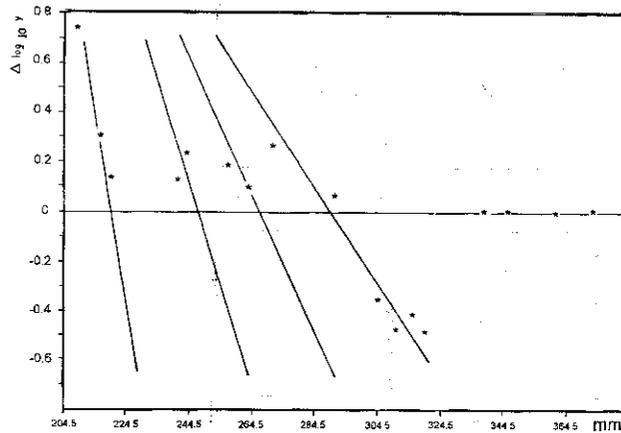


Figura 6. Distribución de las frecuencias de tallas para *M. cephalus* por medio de Bhattacharya para el mes de noviembre de 1991.

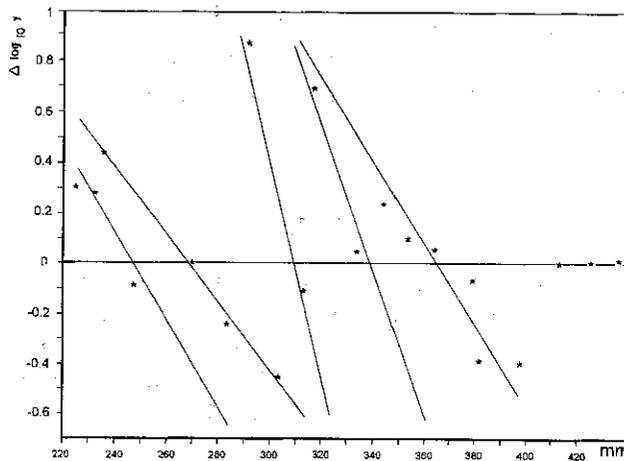


Figura 7. Distribución de las frecuencias de tallas para *M. curema* por medio de Bhattacharya para el mes de febrero de 1992.

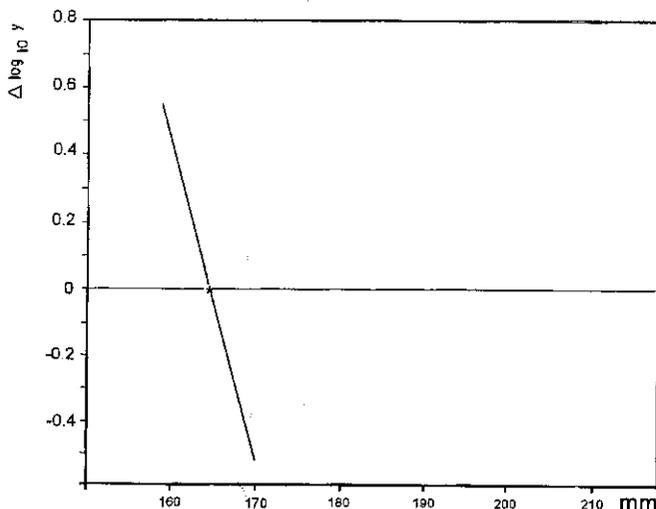


Figura 8. Distribución de las frecuencias de tallas para *M. curema* por medio de Bhattacharya para el mes de julio de 1991.

*Mugil curema*

Este método se aplicó para los meses de febrero de 1992 y julio de 1991 por ser los meses del nacimiento de la nueva generación y del reclutamiento, respectivamente.

En la figura 7, se muestran las diferencias logarítmicas de las frecuencias de las clases de tallas, con respecto a los puntos medios de las mismas, para el mes de febrero de 1992. Dichos puntos fueron utilizados para trazar 4 líneas rectas con pendiente negativa que corresponden a los grupos de edad del 1 al 4. La longitud media de la edad "0" se obtuvo para el mes de julio de 1991 (Fig. 8).

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos por medio de este método para las edades de 0 a 4 años.

**Valoración de los métodos empleados**

Los resultados del promedio de las tallas para cada grupo de edad, en ambas especies de Mugilidos, aparecen en las tablas 3 y 4. Estos valores fueron comparados, a través de la suma de las diferencias al cuadrado ( $\sum e_i^2$ ), con los encontrados por medio de la lectura de los otolitos (Ibáñez, 1995).

*Mugil cephalus*

La mayor diferencia de la  $\sum e_i^2$  con respecto a la lectura realizada por medio de los otolitos corresponde al método de Petersen (Tabla 3).

Por medio de este método se reconocieron solamente cuatro grupos modales, mientras que el exámen de los otolitos permitió la identificación de siete grupos de edad. Sin embargo, el método resulta adecuado para llevar a cabo un primer análisis sobre la composición de las tallas de la población.

Tabla 2. Longitudes medias de cada grupo anual, determinadas por los métodos de Petersen, Cassie y Bhattacharya para *Mugil curema*.

Grupo de edad	Petersen	Cassie	Bhattacharya
(años)	(mm)	(mm)	(mm)
0	210	165	170
1	230	218	224
2	250	260	248
3	—	288	268
4	290	316	288

Tabla 3. Valoración de los métodos empleados para *Mugil cephalus*.

Grupo de edad (años)	Otolitos (mm)	Petersen (mm)	SD <sup>2</sup>	Cassie (mm)	SD <sup>2</sup>	Bhattacharya (mm)	SD <sup>2</sup>
0	158	—	—	—	—	—	—
1	204	—	—	—	—	—	—
2	246	270	576	233	169	247	1
3	282	300	324	316	1156	278	16
4	317	350	1089	344	729	311	36
5	349	380	961	372	529	341	64
6	375	—	—	—	—	—	—
Σ			2950		2583		117

La técnica de Cassie proporcionó valores más cercanos a los estimados por medio de la lectura de los otolitos pero fueron aún más próximos los obtenidos por el método de Bhattacharya (Tabla 3).

El método de Bhattacharya, también permitió la identificación de 5 grupos de edad y proporcionó la información más cercana a la obtenida a través de la lectura de los otolitos (Tabla 4).

#### *Mugil curema*

En este caso también fue el método de Petersen el que presentó la mayor diferencia con respecto a los datos obtenidos por medio de la lectura de los otolitos, siendo las edades "1" y "2" las de estimación más precisa (Tabla 4).

El método de Petersen permitió la identificación de cuatro grupos modales, mientras que se reconocieron seis grupos de edad por medio del análisis de los otolitos.

Con el método de Cassie se pudieron reconocer 5 grupos de edad (de la edad "0" a la edad "4") siendo las edades "1" y "2" las de estimación más próxima a la determinada por medio de los otolitos (Tabla 4).

#### CONCLUSIONES

De los tres métodos indirectos empleados para el análisis de las frecuencias de las tallas mensuales de *Mugil cephalus* y *M. curema*, la técnica de Bhattacharya fue la que proporcionó los resultados más próximos a los determinados por medio de la lectura de los otolitos. Las tallas obtenidas para cada grupo de edad por el método de Bhattacharya se muestran en las tablas 3 y 4.

En *M. cephalus* la etapa de mayor crecimiento en longitud ocurre durante la primavera y el verano, disminuyendo durante los meses del otoño y del invierno. Por su parte, el crecimiento de *M. curema* es más rápido durante el verano y principios del otoño.

Tabla 4. Valoración de los métodos empleados para *Mugil curema*.

Grupo de edad (años)	Otolitos (mm)	Petersen (mm)	SD <sup>2</sup>	Cassie (mm)	SD <sup>2</sup>	Bhattacharya (mm)	SD <sup>2</sup>
0	183	210	729	165	324	170	169
1	223	230	49	218	25	224	1
2	252	250	4	260	64	248	16
3	278	—	—	288	100	268	100
4	303	290	169	316	169	288	225
5	325	—	—	—	—	—	—
Σ			951		682		511

El método de Petersen demostró que los individuos de cada generación, nacidos durante los meses de noviembre y diciembre, en el caso de *M. cephalus*, y de febrero y marzo, para *M. curema*, se reclutan a la pesquería en junio y julio, con tallas modales de 270 y 210 mm, respectivamente.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Luis Ruíz por su ayuda en la elaboración de algunas de las figuras.

### LITERATURA CITADA

- BHATTACHARYA, C. G., 1967. A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. *Biometrics* 23: 115-135.
- CASSIE, R. M., 1950. The analysis of polymodal frequency distributions by the probability paper method. *New Zealand Science Review* 8: 89-91.
- CASSIE, R. M., 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distribution. *Australian Journal of Marine Freshwater Resource* 5 (3): 513-522.
- CASSIE, R. M., 1963. Tests of significance for probability paper analysis. *New Zealand Journal of Science* 6 (4): 474-482.
- GALLARDO-CABELLO, M., 1986. Análisis de frecuencias de tallas por medio de los métodos de Petersen, Cassie y Bhattacharya, para la determinación de la edad de la brótola *Phycis blennoides* (Brunnich 1768) en el Mediterráneo occidental (Pisces: Gadidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México* 13 (2): 187-196.
- IBÁÑEZ A., A. L., 1995. Algunos aspectos de la dinámica de poblaciones de *Mugil cephalus* (Linneo, 1758) y *M. curema* (Valenciennes, 1836) (Pisces: Mugilidae) en la laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis de Doctorado en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 216 p.
- PETERSEN C., G. J., 1892. Fiskeribiologiske forhold i Holboek Fjord, 1890-91. *Beretning fra de Danske Biologiske Station for 1890-91*, 1: 121-183.
- TUKEY, J., 1977. *Exploratory Data Analysis*. Reading, Ma: Addison-Wesley Publ. Co., New York, 412 p.

Recibido: 27 de septiembre de 1995.

Aceptado: 6 de diciembre de 1995.