

## APLICACIÓN DE ELEFAN Y LA CURVA DE CAPTURA EN LA ESTIMACIÓN DE LA EDAD DEL MERO CABRILLA (*Epinephelus guttatus*) EN LA COSTA OESTE DE PUERTO RICO.

Samir Brú C, Diana Tapia V, \*Charles Olaya N.

Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Acuicultura

\*Correspondencia: charles\_olaya@hotmail.com - A.A. 895, Montería, Colombia.

### RESUMEN

Para estimar la edad del Mero cabrilla se analizó la información tomada de diferentes puertos pesqueros de la costa oeste de Puerto Rico, entre enero de 92 y diciembre de 93. El tamaño de la muestra fue de 979 y 585 para los años 1992 y 1993, respectivamente. Se utilizó un intervalo de clase de 1.5cm, excluyendo los valores menores de 15cm y los mayores de 55cm de longitud estándar (LS) para evitar al máximo la distorsión que se pudiese presentar. La tasa de crecimiento (K) y la longitud asintótica se obtuvieron usando ELEFAN 1 y la temperatura es la media anual tomada en los muestreos (Olaya-Nieto 1999). Tales valores se utilizaron para obtener la edad del Mero cabrilla mediante ELEFAN 1 y tallas convertidas en curva de captura (LCCC) para poder hacer las comparaciones respectivas. La estimación de la edad aplicando los dos métodos arroja valores de 15 años para ELEFAN y LCCC en 1992 y 1993, respectivamente. La máxima longitud estándar muestreada en este trabajo fue mayor que las reportadas por otros autores; sin embargo, debió extraerse para evitar sesgos y sobreestimaciones en la edad. La talla media de captura estimada fue de 29.9 y 30.0cm para los años 1992 y 1993, respectivamente, sin presentar diferencias significativas aplicando el t-test ( $p > 0.001$ ), siendo menor que las obtenidas por otros autores. A pesar de que este trabajo se basa en muestreos en los puertos de desembarco, la estimación de la edad del Mero cabrilla muestra valores bien cercanos a los reportados mediante lecturas de otolitos en otras áreas como Bermuda, Puerto Rico y Saint Thomas, y mucho mayores a North Carolina/Florida, confirmando que es un pez de larga vida. La aplicación de los dos métodos en este trabajo es menos complicada, menos dispendiosa y menos costosa que para los demás métodos. Aunque siempre habrá diferencias con las estimaciones de edad mediante lectura de estructuras rígidas, se pueden obtener resultados con un nivel del 90% de confianza, muy importante para los países del tercer mundo.

Palabras claves: *Epinephelus guttatus*, ELEFAN, Curva de captura, Edad, Puerto Rico.

### ABSTRACT

To evaluate the age of red hind the information of match from different fishing ports of west coast of Puerto Rico January/92 and December/93 was analyzed. The sample size was 979 and 585 for 1992 and 1993, respectively. A range of class of 1.5cm was used, excluding least values or 15cm and highest values of 55cm standard length (SL), for to reduce any bias. The growth rate (K) and the asymptotic length (L<sub>∞</sub>) was estimated using ELEFAN 1 and the annual mean temperature was taken in the samples (Olaya-Nieto 1999). These values were used to estimate the age of red hind applying the von Bertalanffy's growth function generated by ELEFAN1 and the length converted catch curve by to compare both. The age estimation using both methods was 15 years old for ELEFAN and the length converted catch curve by 1992 and 1993, respectively. The maximum standard length was greater than

the estimates by other researchers. Although it was excluded for to avoid bias and age over estimation. The mean standard length was 29.9 and 30cm for 1992 and 1993, respectively, without significant differences applying the t-test ( $p > 0.001$ ). Because this study is based in samples taken in landing ports, the age's estimation for the red hind shows closed values with other researchers using otolithe readings in other study areas like Bermuda, Puerto Rico and Saint Thomas, and highest than North Carolina/Florida, verifying that the red hind is a long life fish.

The application of two methods in this work is less complicated, shorter and less expensive that other methods. Although always with differences respect the age's estimation applying hard structures, is possible to get good results with 90% of confidence level, very important for the third world countries.

Key words: *Epinephelus guttatus*, ELEFAN, Catch curve, Age, Puerto Rico.

## INTRODUCCIÓN

El Mero Cabrilla (*Epinephelus guttatus*) es una de las especies principales de la pesquería en Puerto Rico y el Caribe y por su reproducción en peso es una de las especies de mayor importancia comercial en Puerto Rico (Matos y Sadovy 1989), por tales razones, de allí procede la mayor información sobre este pez. Sin embargo, en la década pasada los desembarcos han disminuido debido a la sobrepesca que se ha presentado en dicho país.

Es un pez de larga vida y baja tasa de crecimiento (Sadovy, Figuerola & Román 1989, Olaya-Nieto 1999); estas dos características combinadas con el patrón de cambio sexual lo convierten en una especie susceptible a la sobrepesca debido a la presión que se ejerce sobre ellos en épocas reproductivas (Bohnsack 1989, Sadovy, Rosario & Román 1992, Olaya-Nieto 1999). Comienza a reproducirse a los 4-5 años aproximadamente, con una longitud total (LT) de 26cm; encontrándose a los 7 años de edad una relación de 3 hembras por 1 macho, con longitud de 38cm, mientras que a los 8 años de edad presenta una relación de 1 hembra por 9 machos, con LT de 40cm. (Cervigón 1991).

En Isla Mona, ubicada 43 millas al oeste de Puerto Rico, se están capturando meros cabrilla más grandes debido a que la presión pesquera es mucho menor (Rosario-Jiménez 1989), aunque tales diferencias en el tamaño pueden reflejar simplemente las variaciones geográficas naturales (Sadovy & Figuerola 1992). Además, recientes estimaciones de rendimiento por recluta en Saint Thomas (Islas Vírgenes) sugieren que la especie puede ser más escasa que en el pasado, lo que se confirma con las disminuciones en los desembarcos durante las pasadas agregaciones

anuales de reproducción, tanto en Puerto Rico como en Saint Thomas (Sadovy & Figuerola 1992).

El conocimiento de la edad del Mero Cabrilla es indispensable para solucionar algunos interrogantes sobre su ciclo de vida, edad y talla de madurez sexual y longevidad en el área del Caribe, tendiente a fomentar su cultivo. Es por esto que varios investigadores han utilizado los dos métodos que se conocen: El Indirecto, aplicando el análisis de frecuencia de tallas en Jamaica (Thompson & Munro 1974), Islas Vírgenes (Beets & Friedlander 1992), Puerto Rico (Olaya-Nieto 1999), y el Directo, efectuando la lectura de otolitos enteros en Bermuda (Burnett-Herkes 1975), y de otolitos seleccionados en Puerto Rico e Islas Vírgenes (Sadovy, Figuerola & Román 1989), Bermuda (Luckhurst et al, 1992) y Estados Unidos de Norte América (Potts & Manooch 1995).

El objetivo de este trabajo fue estimar la edad del Mero Cabrilla utilizando ELEFAN y las tallas convertidas en curva de captura (LCCC) a partir de la información obtenida del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras adscrito al Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de la información:

La información fue tomada a los pescadores ubicados en los diferentes puertos pesqueros de la Costa Oeste de Puerto Rico, mediante la aplicación de un programa de muestreo bioestadístico llevado a cabo por el Laboratorio de Investigaciones Pesqueras. El tamaño de la muestra/mes varió de 8 a 179, con

979 ejemplares medidos en 1992 y 585 en 1993. Se utilizó un intervalo de clase de 1.5cm, excluyendo los valores menores de 15cm y los mayores de 55cm de longitud estándar (LS) para evitar sesgos en las estimaciones.

Parámetros utilizados en la estimación de la edad:

(Olaya-Nieto 1999) aplicó el análisis de la distribución de frecuencia de tallas y estimó la tasa de crecimiento ( $K=0.16$  y  $0.14a^{-1}$ ) y la longitud asintótica ( $L_{\infty}=56.5$  y  $56.6$ cm de LS) para las muestras de 1992 y 1993, respectivamente, usando ELEFAN 1 (Gayanilo, Soriano & Pauly 1988), el cual aplica la ecuación de Von Bertalanffy (1938). La temperatura promedio anual fue de  $27.5^{\circ}\text{C}$ . Estos parámetros se utilizaron para generar la curva de crecimiento con ELEFAN 1.

Tallas convertidas en curva de captura (LCCC):

Para construir la curva de captura, se aplicó el método de (Pauly 1983) mediante la siguiente ecuación, con límites de confianza del 95%:

$\ln n/\Delta t = a + bt$ , en donde  
 $\ln$  = Logaritmo natural  
 $N$  = Número de peces en la muestra  
 $\Delta t$  = Intervalo de tiempo necesario para que un pez crezca en el intervalo de longitud.  
 $a$  = Coeficiente de regresión  
 $b$  = Pendiente de la curva ( $Z$ ), a la cual se le invierte el signo  
 $t$  = Es la edad relativa que corresponde a la longitud media del intervalo de clase

## RESULTADOS

Para los años de 1992 y 1993, utilizando el método de ELEFAN 1, el Mero cabrilla muestra edades de 15 años. Aplicando el método de tallas convertidas en curva de captura, para 1992 se estimó la curva de captura con pendiente de  $0.73 (\pm 0.04)$  a un nivel de confianza del 95% y coeficiente de correlación de 0.99. Para 1993, la pendiente fue de  $0.60 (\pm 0.08)$  a un nivel de confianza del 95% y coeficiente de correlación de 0.98. La edad media relativa (EMR) estimada también fue de 15 años para 1992 y 1993.

La máxima longitud estándar muestreada en la Costa Oeste de Puerto Rico durante el presente estudio (60.0cm) es mayor que la reportada para Bermuda (51.5cm LT, Burnett-Herkes 1975), Jamaica (48.0cm LT, Thompson & Munro 1983), Islas Virgenes (50.4cm LT, Sadovy, Figuerola & Román 1989), (53.5cm LT, Beets & Friedlander 1992) y Puerto Rico (47.4cm LT, Bonhsack et al, 1986, Bonhsack & Harper 1988), (49.0 LT, Sadovy, Figuerola & Román 1989).

La talla media de captura estimada fue de 29.9 y 30.0cm para los años 1992 y 1993 respectivamente, sin presentar diferencias significativas aplicando el t-test ( $p > 0.001$ ), siendo menor que las obtenidas por los autores citados anteriormente.

## DISCUSIÓN

Se observó que en 1992 se presentó un mayor número de peces muestreados que en 1993, sin que esto implique mayores edades para el primer año porque éstas son correspondientes con las tallas obtenidas.

(Luckhurst, Barnes & Sadovy 1992) examinaron un Mero cabrilla que midió 72.0cm de LT y 60.0 de LS, le extrajeron el otolito saggita, estimándole una edad de 22 años. Esta talla y su edad correspondiente son consistentes con (Pauly 1981), quien afirma que los peces de regiones más frías como Bermuda son típicamente más grandes y generalmente tienen tasas de crecimiento menores que los de aguas tropicales. En este trabajo, la longitud estándar máxima muestreada fue de 60.0cm, la cual es similar a la reportada por (Luckhurst, Barnes & Sadovy 1992); sin embargo, dicha muestra debió extraerse del total analizado porque cuando se trabaja con análisis de frecuencia de tallas la muestra total debe truncarse para evitar que se tengan ejemplares con tallas cercanas a su valor asintótico de crecimiento, introduciéndose un sesgo a la información que se traduce en una sobreestimación de la edad (Pauly 1983, Gayanilo, Soriano & Pauly 1988, Appeldoorn 1997).

Además, cuando se construyen curvas de captura a partir de datos obtenidos de muestreos de frecuencia de tallas, se debe tener en cuenta una condición que no se presenta cuando se ha determinado individualmente la edad de cada uno de los peces muestreados (Ricker 1975, Pauly 1983). Esta se da porque el crecimiento en longitud no es lineal, y a los peces más viejos les toma más tiempo pasar de

un intervalo de talla a otro. Esto hace que entre los peces mayores, un cierto intervalo de talla contenga más grupos de edad que entre los individuos menores (Ricker 1975, Pauly 1983).

Las edades estimadas con los dos métodos confirman que el Mero cabrilla es un pez de larga vida (Bannerot, Fox & Powers 1987, Manooch 1987, Ralston 1987, Shapiro 1987, Bohnsack 1989, Sadovy, Figuerola & Román 1989, Luckhurst, Barnes & Sadovy 1992, Potts & Manooch 1995, Olaya-Nieto 1999). A pesar de que este trabajo se basa en muestreos en los puertos de desembarco, la estimación de la edad del Mero cabrilla aplicando el análisis de frecuencia de tallas (ELEFAN y LCCC) muestra valores bien cercanos a los reportados mediante lecturas de otolitos en otras áreas como Bermuda (17 años, Burnett-Herkes 1975) y Puerto Rico y Saint Thomas (17 y 18 años, Sadovy, Figuerola & Román 1989) y mucho mayores a North Carolina/Florida (11 años, Potts & Manooch 1995). Estos últimos investigadores afirman que el Mero cabrilla de su área de estudio es de más corta vida y de crecimiento más rápido que los de otros lugares.

Esta es la importancia de los dos métodos utilizados teniendo en cuenta que en el trópico y debido a la ausencia de fuertes fluctuaciones de los parámetros medio ambientales el crecimiento de los peces no oscila estacionalmente ni es tan marcado como en los peces de aguas templadas. Por tanto, las marcas anuales que se forman en ciertas estructuras rígidas (otolitos, escamas, espinas, vértebras y cartílagos) son muy difíciles de leer y se debe contar con técnicos bien entrenados tanto en la obtención de las muestras como en su conservación y lectura (Pauly 1983, Mohr 1994, Olaya-Nieto & Atencio-García 1997); además, se requiere del uso de equipo muy costoso.

Por el contrario, la obtención de los datos para aplicar ELEFAN y LCCC es menos complicada y menos dispendiosa, con la ventaja de ser menos costosos; y, aunque siempre habrá diferencias con las estimaciones de edad mediante lectura de estructuras rígidas, se pueden obtener resultados con un nivel del 90% de confianza, muy importante para los países del tercer mundo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Appeldoorn R.S. How to write an ELEFAN paper. Proc. Gulf. Caribb. Fish. Int. 1997; 47.
2. Bannerot S.P., W.W. Fox Jr. & J.E. Powers. Reproductive strategies and the management of snappers and groupers in the gulf of Mexico and Caribbean, p. 561-603. In: J.J. Polovina and S. Ralston (Eds.). Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management. 1987; Westview Press. Boulder, USA.
3. Beets J. & A. Friedlander. Stock analysis and management strategies for red hind, *Epinephelus guttatus*, on the U.S. Virgin Island. Proc. Gulf Carib. Fish. Int. 1992; 42:66-80.
4. Bohnsack J.A. Protection of grouper spawning aggregations. Coastal Resource Division Contribution 1989; No. 88/89-06 sp.
5. Bohnsack J.A. & D.E. Harper. Length-weight relationship of selected marine reef fishes from the southeastern United States and the Caribbean. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC. 1988; 215.31p.
6. Bohnsack J.A., D.L. Sutherland, A. Brown, D.E. Harper & D.B. McClellan. An analysis of the Caribbean biostatistical database for 1985. Coastal Resource Division Report for the Caribbean Fishery Management Council. Contribution No. CRD. 1986; 86/87-10 sp.
7. Burnett-Herkes J. Contribution to the biology of the red hind, *Epinephelus guttatus*, a commercially important serranid fish from the tropical Western Atlantic. PhD. Dissertation, University of Miami. Coral Gables. USA. 1975; 154p.
8. Cervigón F. Los peces marinos de Venezuela. Vol I. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela. 1991; 425p.
9. Csirke J. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO, Doc. Téc. Pesca. 1980; 192:1-82.
10. Gayanilo F.C., M. Soriano & D. Pauly. A draft guide to the complead ELEFAN. ICLARM Contribution. 1988; No. 435: 70p.

11. Luckhurst B.E., J.A. Barnes & Y. Sadovy. Record of a unusually large red hind, *Epinephelus guttatus*, (Pisces: Serranidae) from Bermuda With comments on its age. *Bull. Mar. Scie.* 1992; 51(2):267-272.
12. Manooch C.S.III. Age and growth in snappers and groupers, p. 329-273. In: J.J. Polovina and S. Ralston (Eds.). *Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management.* 1987; Westview Press. Boulder, USA.
13. Matos D & Y. Sadovy. CODREMAR/NMFS Interjurisdictional Fisheries Program. Annual Report. Fisheries Research Laboratory. 1989; CODREMAR 56p.
14. Mohr E.W. Age determination in tropical fish. *Naga.* 1994; 17(2):27-30
15. Olaya-Nieto C.W. & V.J. Atencio-García. Importancia de la determinación de los parámetros de edad, crecimiento y mortalidad de los peces. 1997; 10p. Universidad de Córdoba. Mimeografiado.
16. Olaya-Nieto C.W. Crecimiento y mortalidad del pez Mero cabrilla, *Epinephelus guttatus*, en Puerto Rico. *Dalia.* 1999; 3:31-40.
17. Pauly D. The relationships between gill surface area an growth performace in fish: a generalization of Von Bertalanffy's theory of growth. *Meeresforschung.* 1981; 28:251-282.
18. Pauly D. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. *FAO Doc. Téc. Pesca.* 1983; 234:1-49.
19. Potts J.C & C.S Manooch III. Age and growth of Red hind and Rock hind collected from North Carolina through the Dry Tortugas, Florida. *Bull. Mar. Scie.* 1995; 56:784-794.
20. Ralston S. Mortality rates of snappers and groupers, In: J.J. Polovina and S. Ralston (Eds.). *Tropical snappers and groupers.* 1987; p. 374-404. *Biology and fisheries management.* Wesview Press. Boulder. USA.
21. Ricker W.E. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *J. Fish. Res. Board Can.* 1975; 191:1-382.
22. Rosario-Jiménez. A. Fisheries-independent monitoring of commercially exploited reef fish and spiny lobster resources in Puerto Rico. Annual Completion Report. Fisheries Research Laboratory, CODREMAR. 1989; 114p.
23. Sadovy Y., M. Figerola & A. Roman. 1989. The age and growth of the red hind, *Epinephelus guttatus*, and the white grunt, *Haemulon plumieri*, in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Final Report submitted to the Caribbean Fishery Management Council. 65p.
24. Sadovy Y. & M. Figuerola. The status of the red hind fishery in Puerto Rico and St. Thomas, as determined by yield-per-recruit analysis. *Proc. Gulf Carib. Fish. Int.* 1992; 42:23-38.
25. Sadovy Y., A. Rosario & A. Roman. Reproduction in an aggregating grouper, the red hind, *Epinephelus guttatus*. Fisheries Research Laboratory. 1992; Department of Natural Resources of Puerto Rico. sp.
26. Shapiro D.Y. Reproduction in groupers, In: J.J. Polovina and S. Ralston (Eds.). *Tropical snappers and groupers.* 1987; p. 295-327. *Biology and fisheries management.* Westview Press. Boulder, USA.
27. Thompson R. & J.L. Munro. The biology, ecology and bionomics of Caribbean reef fishes: Serranidae (hinds and groupers). *Res. Rep. Zool. Dep. Univ. West Indies.* 1974; 5b:1-82.
28. Thompson R. & J.L. Munro. The biology, ecology and bionomics of the hinds and groupers, Serranidae, In: J.L. Munro (Ed.). *Caribbean coral reef fishery resources.* 1983; p. 58-81. *ICLARM Studies and review 7.* ICLARM. Manila, Philippines.
29. Von Bertalanffy L. A quantitative theory of organic growth. *Human Biol.* 1938; 10:181-213.