

## NOTAS SOBRE MORTALIDAD NATURAL DE *DISSOSTICHUS ELEGINOIDES* DE LA SUBAREA 48.3

C.A. Moreno y P.S. Rubilar\*

### Abstract

Natural mortality ( $M$ ) of *Dissostichus eleginoides* was calculated after Sparre (1989) from the data obtained during the Chilean longline fishery in Subarea 48.3 ( $N = 7\ 848$ ). The von Bertalanffy growth parameters obtained independently by three authors were used. Three cases were considered: fishing site, fishing depth and hook type. It was determined that there were no significant differences in  $M$  estimated by fishing depth and hook type with different growth parameters although there were differences in  $M$  between fishing sites. On the other hand, when comparing various mean values of  $M$  for the different cases, it was found that there were significant differences between fishing sites and between curve hooks No. 14 and straight hooks No. 22. The general mean value of  $M$  calculated for the 44 analysed situations was  $0.14 \pm 0.03$ .

### Résumé

La mortalité naturelle ( $M$ ) de *Dissostichus eleginoides* a été calculée d'après Sparre (1989) à partir des données provenant de la pêcherie à la palangre chilienne dans la sous-zone 48.3 ( $N = 7\ 848$ ). Les paramètres de croissance de von Bertalanffy obtenus indépendamment par trois auteurs ont été utilisés. Trois variables ont été examinées: le lieu de pêche, la profondeur de pêche et le type d'hameçon. Il a été établi que la valeur de  $M$  ne variait pas de manière significative lorsqu'elle était estimée en fonction de la profondeur de la pêche ou du type d'hameçon avec différents paramètres de croissance mais variait en fonction des sites de pêche. Par ailleurs, en comparant les différentes valeurs moyennes de  $M$  pour les différentes variables, on a pu observer des différences notables selon les lieux de pêche et entre les hameçons courbes N°14 et les hameçons droits N° 22. La valeur moyenne générale de  $M$  calculée pour les 44 situations analysées était de  $0,14 \pm 0,03$ .

### Резюме

Естественная смертность ( $M$ ) по данным чилийского ярусного промысла *Dissostichus eleginoides* в Подрайоне 48.3 ( $N = 7\ 848$ ) была вычислена по методу Спарре (Sparre, 1989). Были использованы параметры роста Бергаланффи, полученные тремя отдельными авторами. Были рассмотрены три случая: промысловый участок, глубина лова и тип крючка. Было установлено, что не существует

---

\* Instituto de Ecología y Evolución, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile

значительных разниц в величинах  $M$ , оцененных по глубине лова и типу крючка при различных параметрах роста, но имелись разницы в величинах  $M$  между промысловыми участками. С другой стороны, сравнивая различные средние величины  $M$  для различных ситуаций наблюдалось значительное различие между промысловыми участками и между округленными крючками № 14 и прямыми крючками № 22. Общая средняя величина  $M$  для 44 проанализированных ситуаций равняется  $0,14 \pm 0,03$ .

## Resumen

Se calculó la mortalidad natural ( $M$ ) siguiendo a Sparre (1989), con las muestras provenientes de la pesquería chilena de palangre en la Subárea 48.3 ( $N = 7848$ ). Se utilizaron los parámetros de von Bertalanffy obtenidos independientemente por 3 autores y se consideró como variables el sitio de pesca (caladero), la profundidad de pesca y el tipo de anzuelo. Se determinó que no hay diferencias significativas, en el valor de  $M$ , en los casos considerados con los diferentes parámetros de crecimiento, a excepción de entre sitios de pesca. Por otra parte, al comparar los diferentes valores promedios de  $M$  para las diferentes variables se encontró que existen diferencias significativas entre caladeros y entre anzuelos curvos N° 22 y rectos N° 14. El promedio general de los  $M$  calculados en las 44 situaciones analizadas fué de  $0.14 \pm 0.03$ .

## 1. INTRODUCCION

Desde que Shust *et al.* (1990) presentaron valores de mortalidad natural ( $M$ ) para la población de *Dissostichus eleginoides* de las islas Georgia del Sur entre  $M = 0.16$  y  $0.18$ , el grupo de trabajo de evaluación de poblaciones de peces (WG-FSA) notó que estos valores parecían altos comparados con el valor del parámetro  $K$  de crecimiento de von Bertalanffy de  $0.072$ , implicando que muy pocos peces llegarían a la edad adulta. Antes de estos valores el grupo de trabajo utilizó además el valor obtenido por Kock, Duhamel and Hureau (1985) de  $M = 0.06$ . Durante la reunión de 1991 se volvieron a usar los mismos valores en Gasiukov *et al* (1991) y Everson (1991) respectivamente, sin que existieran nuevas evidencias para acercarse al valor más adecuado de este parámetro.

Tales discrepancias pueden tener variados orígenes; se han mencionado la selectividad de los anzuelos (SC-CAMLR, 1990) y la eventualidad de que existan diferencias espaciales de la distribución de individuos de diferentes edades, tanto verticales como a lo largo del talud que afecten la estructura de talla de las capturas, con las subsecuentes consecuencias para los valores obtenidos de mortalidad natural. Especialmente a partir de los métodos que utilizan distribuciones de talla o de edad en sus cálculos. Otra fuente potencial de variación para los valores de la mortalidad natural son las variaciones de los parámetros de las ecuaciones de crecimiento, especialmente la constante  $K$  y  $L_{\infty}$ .

Una manera de explorar las causas de variación de los valores de mortalidad es haciendo un análisis, en base a una selección de métodos de entre los sugeridos por Sparre (1989), aplicados a las capturas obtenidas en diferentes caladeros (sitios de pesca) dentro de la

Subárea 48.3 cuyas estructuras de edad y tamaños son diferentes y utilizando las tres ecuaciones de crecimiento de *D. eleginoides* conocidas para esa área: la indicada por Zacharov y Frolkina (1976), Shust *et al.* (1990) y la recientemente aportada por Aguayo (1992).

## 2. METODOS

Los datos para los diferentes cálculos de mortalidad provienen de la serie de datos en escala fina que fueron tomados durante la temporada 1991/92 por la flota palangrera chilena en la Subárea 48.3 (véase Agnew and Moreno, 1992).

De cada lance se tomó: posición geográfica, profundidad, número y tamaño de los anzuelos, captura total y una submuestra de 30 ejemplares por lance, de los cuales se obtuvo la composición por talla de la captura, medida en cm de longitud estándar (LS). Para estandarizar los valores de las distribuciones de tallas obtenidos con los de las ecuaciones de crecimiento existentes todos los cálculos de M se hicieron en base de longitudes totales (LT).

De esta manera fué posible considerar como variables de la mortalidad:

- Tipos de anzuelo;
- Sitios de pesca (caladeros);
- Profundidad de pesca.

Las ecuaciones de crecimiento consideradas para los cálculos fueron:

- Zacharov and Frolkina (1976):  $L_t = 204.3 [1 - e^{-0.0563(t+0.545)}]$
- Shust *et al.* (1990):  $L_t = 174.8 [1 - e^{-0.07117(t-0.0049)}]$
- Aguayo (1992):  $L_t = 210.8 [1 - e^{-0.0644(t+0.7832)}]$

Los algoritmos de cálculo de la mortalidad natural (M) fueron:

- Beverton and Holt (1956) (basado en edad)

$$M(= Z) = \frac{1}{\bar{t} - t'}$$

donde,  $t'$  es la edad totalmente reclutada, y  $\bar{t}$  es el promedio de peces a la edad  $t'$  y más viejos.

- Beverton and Holt (1956) (basado en longitudes)

$$M(= Z) = K \frac{L_\infty - \bar{L}}{\bar{L} - L'}$$

donde,  $L_\infty$  y K son parámetros de la ecuación de von Bertalanffy,  $L'$  es la longitud totalmente reclutada y  $\bar{L}$  es la longitud promedio de los peces a la longitud  $L'$  y mayores.

- Robson and Chapman (1961)

$$M(= Z) = \ln \left( 1 + \frac{1}{\bar{t} - t'} \right)$$

donde,  $t'$  es la edad totalmente reclutada, y  $\bar{t}$  es el promedio de peces a la edad  $t'$  y más viejos.

- Alverson-Carnee según Sparre (1989):

$$M(= Z) = \frac{3K}{e^{TK} - 1}$$

donde K es la constante de Brody de la ecuación de von Bertalanffy y T es la edad donde  $N_t \cdot W_t$  toma su valor máximo.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Efecto del sitio de pesca

En la tabla 1 se observan los valores calculados para los tres diferentes caladeros identificados para la flota palangrera chilena por Agnew and Moreno (1992).

Los valores calculados en Shag Rocks usando los parámetros de las tres ecuaciones de crecimiento son significativamente diferentes (Kruskall-Wallis test  $H = 7.2692$ : 2 gl y  $P < 0.05$ ), siendo superior los valores de M determinados con los parámetros estimados a partir de Aguayo (1992). Respecto de los valores de M calculados para el caladero norte y sur de las Georgias, no existen diferencias estadísticamente significativas al utilizar cualquiera de las tres ecuaciones de crecimiento. (KW test para el caladero Norte,  $H = 3.8307$ : 2 gl vns; KW test para el caladero Sur,  $H = 2.2868$ : 2 gl vns).

Se observa al comparar entre caladeros, que los promedios de la mortalidad natural de las poblaciones capturadas al norte y al sur de la isla Georgia son prácticamente idénticos, sin embargo ambos difieren significativamente del caladero ubicado en Shags Rocks (KW test,  $H = 9.2988$ : 2 gl  $P < 0.01$ ) (Prueba de comparación múltiple STP =  $U(\alpha = 0.05) = 112.54$ ,  $P < 0.05$ : N-S SR).

#### 3.2 Efecto del tipo de anzuelo

En la tabla 2, se presentan los valores de M calculados a partir de los parámetros de crecimiento de las 3 ecuaciones y las distribuciones de tallas de los peces separados por el tipo (forma y número) de anzuelo. Los anzuelos utilizados por la flota chilena se pueden separar en 6 categorías: Tamaños 3, 5, 7, 9 (diferentes tamaños de anzuelos semi-curvos); 14 (recto sin ojal) y 22 (curvo).

Al comparar con la prueba de comparaciones múltiples STP, se puede concluir que con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ , el anzuelo 14 (recto sin ojal) difiere de los tipos 22 (curvo) y de los tamaños 7 y 9 de anzuelos semi-curvos. En un nivel de  $\alpha = 0.01$ , sólo difieren el 14 del 22, no existiendo diferencias significativas entre éstos y los demás tipos de anzuelo en el cálculo de la mortalidad natural (M).

Dentro de cada una de las categorías de anzuelos, los valores promedios de M calculados a partir de las diferentes ecuaciones de crecimiento, no son estadísticamente diferentes.

#### 3.3 Efecto de la profundidad de pesca

Separando las estructuras de tallas de las pescas en 1 200 m de profundidad, se observa que al comparar los resultados de los valores M calculados dentro de cada profundidad no se encontraron diferencias significativas; tanto para el caso de las profundidades menores a

1 200 m (KW test  $H = 5.6538$ ; 2 gl vns) ni para el de las mayores (KW test,  $H = 2.00$ ; 2 gl vns) (Tabla 3). Por otra parte, tampoco se observan diferencias significativas entre todos los valores calculados para ambas profundidades (KW test,  $H = 1.0800$ , gl = 1 vns; ANDEVA 1-22 gl  $F = 0.801$ , vns.).

El valor promedio total y su desviación típica, es decir de los diferentes métodos de cálculo de  $M$  y de las diferentes profundidades, tipos de anzuelo y sitios de pesca fué de  $0.14 \pm 0.0381$ .

#### 4. CONCLUSIONES

Los valores de  $M (= Z)$  calculados por cuatro diferentes métodos han mostrado ser más sensibles al sitio de pesca (caladero) que a la profundidad de los lances y al tipo de anzuelo utilizado. Por otra parte, los parámetros de las ecuaciones de crecimiento utilizadas no muestran tener una gran influencia debido a que en muy pocos casos se encontró diferencias significativas dentro de cada situación, cuando la variable a comparar fué el valor de  $M$  calculado con las 3 ecuaciones de crecimiento mencionadas.

En consecuencia, no todos los factores mencionados por el WG-FSA durante la reunión de 1991, son causas importantes de variación en el valor promedio de  $M$  de *D. eleginoides* de la pesquería de palangre de la Subárea 48.3.

La razón que parece primar en las diferencias encontradas en cada caso (por ejemplo entre caladeros) fué la frecuencia de ejemplares de tallas superiores a 1 m en las distribuciones de tamaños. Eso al menos concuerda con el efecto de selectividad conocido de los anzuelos curvos (Moreno, 1991). Por otra parte, una alta frecuencia de juveniles en las capturas, influencia el valor de  $\bar{L}$  y  $L'$  y consecuentemente el valor calculado de  $M$ .

El valor de  $M$  señalado por Kock *et al.* (1985) de 0,06 corresponde a la población de la Patagonia y utilizando un método indirecto cuya precisión es puesta en duda por Sparre (1989). En cambio los valores derivados por Shust *et al.* (1991) son más cercanos a los nuestros. Sin embargo, al análisis de Longevidad ( $M_{1\%} = -\ln(0.01)/M$ ) sugiere una edad máxima de 25 años, lo cual parece poco para una población que alcanza tamaños de más de 2 metros en aguas frías, por lo cual esa mortalidad natural debe estar sobrestimada. Nuestro valor promedio de 0.14 sugiere una edad máxima de 33 años, en cambio el valor de 0.06 resulta en una longevidad de 77 años, la cual esta lejos de las experiencias de medición del crecimiento y edad.

Lo anterior sugiere, que la mayor prioridad de investigación respecto a *D. eleginoides* es validar, por métodos alternativos, los datos de edad y crecimiento obtenidos de las lecturas de escamas.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGNEW, D.J. and C.A. MORENO. 1992. The 1992 *Dissostichus* Fishery in Subarea 48.3. In: *Selected Scientific Papers, 1992 (SC-CAMLR-SSP/9)*. CCAMLR, Hobart, Australia. (See this volume).
- AGUAYO, M., 1992. Análisis preliminar del crecimiento de *Dissostichus eleginoides* en la Zona Sur - Austral de Chile ( $47^{\circ}00'$  LS -  $57^{\circ}00'$ LS) y en el Area de las Georgias del Sur. Documento *WG-FSA-92/30*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- BEVERTON, R.J.H. and S.J. HOLT, 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special refence to source of bias in catch sampling. *Rapp. P.V. Reún. CIEM*, 140: 6783 pp.

- EVERSON, I., 1991. Stock Assessment of the patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) at South Georgia. Document *WG-FSA-92/20*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- GASIUKOV, P.S., R.S. DOROVSKIKH and K.V. SHUST, 1991. Assessment of the *Dissostichus eleginoides* stock in subarea 48.3 for the 1990/91 season and calculation of TAC for the 1991/92 season. Document *WG-FSA-91/24*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- KOCK, K-H., G. DUHAMEL and J.-C. HUREAU, 1985. Biology and Status of exploited Antarctic Fish Stock: A Review. *BIOMASS Scientific Series* 6: VIII-143 pp.
- MORENO, C.A. 1991. Hook selectivity in the longline fishery of *Dissostichus eleginoides* (Nototheniidae) off the chilean coast. In: *Selected Scientific Papers, 1991 (SC-CAMLR-SSP/8)*. CCAMLR, Hobart, Australia: 107-119.
- ROBSON, D.S and D.G. CHAPMAN. 1961. Catch curves and mortality rates. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 90 (2): 181-189.
- SC-CAMLR. 1990. Report of the Working Group on Fish Stock Assessment. In: *Report of the Ninth Meeting of the Scientific Committee (SC-CAMLR-IX)*, Annex 5. CCAMLR, Hobart, Australia: p. 156.
- SHUST, K.V., P.S. GASIUKOV, R.S. DOROVSKIKH and B.A. KENZHIN. 1990. The state of *Dissostichus eleginoides* stock and TAC for 1990/91 in Subarea 48.3 (South Georgia). Document *WG-FSA-90/34*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- SPARRE, P. 1989. Some comments on the estimation of natural mortality for *C. gunnari*, *N. squamifrons* and *P. guntheri* based on Soviet data. In: *Report of the Eighth Meeting of the Scientific Committee (SC-CAMLR-VIII)*, Annex, 5, Appendix 5. CCAMLR, Hobart, Australia: 264-271.
- ZACHAROV, G.P. and Z.A. FROLKINA. 1976. Some data on the distribution and biology of the Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides* Smitt) occurring in the Southwest Atlantic. *Trudy AtlantNIRO*, 65: 143-150. (In Russian.)

Tabla 1: Mortalidades naturales determinadas para 3 sectores de pesca en la Subárea 48.3 de la CCRVMA.

Parámetros de crecimiento de:			
Método	Zacharov and Frolkina (1976)	Shust <i>et al.</i> (1991)	Aguayo (1992)
SHAG ROCK			
Beverton and Holt (longitud)	0.1343	0.1184	0.1705
Beverton and Holt (edad)	0.1608	0.1514	0.1945
Robson and Chapman	0.1491	0.1410	0.1777
Alverson-Carnee	0.1709	0.1442	0.2175
		$\bar{M} = 0.1609 \pm 0.0273$	
SOUTH GEORGIA (N)			
Beverton and Holt (longitud)	0.1008	0.0911	0.1227
Beverton and Holt (edad)	0.1194	0.1235	0.1526
Robson and Chapman	0.1128	0.1165	0.1421
Alverson-Carnee	0.1526	0.1260	0.1945
		$\bar{M} = 0.1296 \pm 0.0276$	
SOUTH GEORGIA (S)			
Beverton and Holt (longitud)	0.0816	0.0688	0.1004
Beverton and Holt (edad)	0.1020	0.1004	0.1397
Robson and Chapman	0.0971	0.0957	0.1308
Alverson-Carnee	0.1709	0.1442	0.2175
		$\bar{M} = 0.1207 \pm 0.0421$	

Tabla 2: Mortalidades naturales determinadas para 6 tipos de anzuelos en la Subárea 48.3 de la CCRVMA.

Parámetros de crecimiento de:			
Método	Zacharov and Frolkina (1976)	Shust <i>et al.</i> (1991)	Aguayo (1992)
Anzuelo N° 3			
Beverton and Holt (longitud)	0.1048	0.0953	0.1275
Beverton and Holt (edad)	0.1310	0.1278	0.1575
Robson and Chapman	0.1231	0.1203	0.1463
Alverson-Carnee	0.2144	0.1872	0.2727
		$\bar{M} = 0.1506 \pm 0.0511$	
Anzuelo N° 5			
Beverton and Holt (longitud)	0.1005	0.0890	0.1226
Beverton and Holt (edad)	0.1266	0.1218	0.1258
Robson and Chapman	0.1192	0.1149	0.1525
Alverson-Carnee	0.1709	0.1448	0.2175
		$\bar{M} = 0.1338 \pm 0.0342$	
Anzuelo N° 7			
Beverton and Holt (longitud)	0.1133	0.1040	0.1376
Beverton and Holt (edad)	0.1395	0.1368	0.1677
Robson and Chapman	0.1306	0.1282	0.1550
Alverson-Carnee	0.1362	0.1095	0.1740
		$\bar{M} = 0.1360 \pm 0.0216$	
Anzuelo N° 9			
Beverton and Holt (longitud)	0.1110	0.1017	0.1349
Beverton and Holt (edad)	0.1372	0.1344	0.1650
Robson and Chapman	0.1286	0.1261	0.1527
Alverson-Carnee	0.1913	0.1645	0.2434
		$\bar{M} = 0.1492 \pm 0.0386$	
Anzuelo N° 14			
Beverton and Holt (longitud)	0.0766	0.0623	0.0946
Beverton and Holt (edad)	0.1022	0.0936	0.1240
Robson and Chapman	0.0973	0.0895	0.1169
Alverson-Carnee	0.1215	0.0946	0.1555
		$\bar{M} = 0.1024 \pm 0.0244$	
Anzuelo N° 22			
Beverton and Holt (longitud)	0.1618	0.1519	0.2044
Beverton and Holt (edad)	0.1948	0.1854	0.2351
Robson and Chapman	0.1112	0.1071	0.2112
Alverson-Carnee	0.1526	0.1260	0.1945
		$\bar{M} = 0.1749 \pm 0.0361$	

Tabla 3: Mortalidades naturales determinadas para 2 profundidades de pesca en la Subárea 48.3.

Parámetros de crecimiento de:			
Método	Zacharov and Frolkina (1976)	Shust <i>et al.</i> (1991)	Aguayo (1992)
Profundidad $\leq$ 1200 m.			
Beverton and Holt (longitud)	0.1075	0.0967	0.1310
Beverton and Holt (edad)	0.1337	0.1292	0.1611
Robson and Chapman	0.1255	0.1215	0.1494
Alverson-Carnee	0.1526	0.1259	0.1945
$\bar{M} = 0.1357 \pm 0.0511$			
Profundidad $>$ 1200 m.			
Beverton and Holt (longitud)	0.0898	0.0797	0.1096
Beverton and Holt (edad)	0.1157	0.1118	0.1394
Robson and Chapman	0.1095	0.1060	0.1305
Alverson-Carnee	0.1709	0.1443	0.2175
$\bar{M} = 0.1270 \pm 0.0377$			

### List of Tables

- Table 1: Natural mortality (M) calculated for three fishing zones in Subarea 48.3.
- Table 2: Natural mortality (M) calculated for six hook types in Subarea 48.3.
- Table 3: Natural mortality (M) calculated for two fishing depth strata in Subarea 48.3.

### Légende des tableaux

- Tableau 1: Mortalité naturelle (M) calculée pour trois secteurs de pêche de la sous-zone 48.3.
- Tableau 2: Mortalité naturelle (M) calculée pour six types d'hameçons dans la sous-zone 48.3.
- Tableau 3: Mortalité naturelle (M) calculée pour deux strates de profondeur de pêche dans la sous-zone 48.3.

### Список таблиц

- Таблица 1: Естественная смертность, (M) вычисленная по трем промысловым зонам в Подрайоне 48.3.
- Таблица 2: Естественная смертность, (M) вычисленная по шести типам крючков в Подрайоне 48.3.
- Таблица 2: Естественная смертность, (M) вычисленная по двум глубинным слоям в Подрайоне 48.3.