



Estimación del crecimiento y mortalidad natural en *Munida subrugosa* del Estrecho de Magallanes

LUCIANO RODRÍGUEZ O.* y ROBERTO BAHAMONDE F.*

RESUMEN

Se realiza una estimación del crecimiento y mortalidad natural en *Munida subrugosa* (Crustácea, Decapoda, Galatheididae) del Estrecho de Magallanes, Chile, a través del análisis de la frecuencia de tallas, de muestras obtenidas entre agosto y septiembre de 1984 con red de arrastre de fondo.

Se estimaron tasas instantáneas de mortalidad natural que fluctuaron de 0,80 a 0,90 para machos y de 1,28 a 1,33 para hembras. Las diferencias para ambos sexos, se atribuyen a la estrategia de vida de la especie, así como a las menores tallas alcanzadas por las hembras, hecho que las hace más vulnerables a los depredadores.

Sobre la base del diagrama de Hiatt, y según los criterios establecidos por Kurata (1962), se determinó en machos y hembras un crecimiento de tipo aritmético.

Se estimó el crecimiento a través de los incrementos por muda utilizando los coeficientes de la regresión de L_c vs L_{c+1} , en conjunto con el modelo de Nicholson (1979). Además de lo anterior y con el objeto de obtener una aproximación razonable, se asimiló el crecimiento a la función continua de Brody-Bertalanffy, obteniéndose las siguientes expresiones:

$$\text{Machos } L_c \text{ (mm)} = 29,9 (1 - e^{-0,270(t+0,197)})$$

$$\text{Hembras } L_c \text{ (mm)} = 26,0 (1 - e^{-0,300(t+0,560)})$$

Los resultados obtenidos permiten señalar que *M. subrugosa*, tendría una vida post-larval de alrededor de 7-8 años.

Palabras claves: Crecimiento, mortalidad natural, Chile (Estrecho de Magallanes).

Growth and natural mortality estimation of the Magellan Strait's *Munida subrugosa*

LUCIANO RODRÍGUEZ O.* and ROBERTO BAHAMONDE F.*

ABSTRACT

An estimation of growth and natural mortality of *Munida subrugosa* (Crustacea, Decapoda, Galatheididae) is made, based on sizes frequency analysis of samples obtained in the Magellan Strait between August and September, 1984 using a bottom trawling net.

The instantaneous natural mortality rates estimated for males ranged between 0.80 and 0.90 and from 1.28 to 1.33 for females.

These differences between both sexes are attribute to the species living strategy and to the lesser sizes attained by females which made them more vulnerable to predation.

Based on Hiatt diagram and following Kurata (1962) criteria, growth on males and females was determined as arithmetic.

Growth was estimated using increments by molt using the L_c vs L_{c+1} regression coefficients jointly with the Nicholson (1979) model.

In addition to the abovementioned and to obtain a reasonable approximation, growth was assimilated to the Brody-Bertalanffy continuous function:

$$\text{males } L_c \text{ (mm)} = 29,9 [1 - e^{-0,270(t+0,197)}]$$

$$\text{females } L_c \text{ (mm)} = 26,0 [1 - e^{-0,300(t+0,560)}]$$

The results permit to indicate that *M. subrugosa* would have 7 to 8 years of post-larval life.

Key words: Growth, natural mortality, Chile (Magellan Strait).

* Instituto de Fomento Pesquero, Casilla 1287. Santiago, Chile.

INTRODUCCION

Los parámetros de crecimiento y mortalidad natural tienen gran importancia para el análisis de la dinámica de las poblaciones. Su conocimiento permite efectuar estudios analíticos a través de modelos estructurales, con los cuales se puede conocer la condición en que se encuentra la población. Esta información es útil para recomendar opciones de explotación, o medidas de manejo de un recurso.

El langostino de los canales *Munida subrugosa* (White, 1847) (Crustacea, Decapoda, Galatheididae), es un recurso pesquero potencial, que en Chile se encuentra distribuido entre el Canal de Chacao (42°00'S) por el norte (Lorenzen *et al.*, 1979) y Bahía Orange (55°30'S) por el sur (González y Perugi, 1973).

En este contexto, y con el objeto de ampliar el conocimiento biológico pesquero de esta especie, en el presente estudio se efectúa una estimación de los parámetros de crecimiento en longitud y de la tasa instantánea de mortalidad natural de la misma, a través del análisis de la estructura de tallas de las capturas obtenidas con red de arrastre de fondo en el Estrecho de Magallanes.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras utilizadas en el estudio se obtuvieron de 96 lances de arrastre de fondo, efectuados en el Estrecho de Magallanes entre Segunda Angostura y Bahía Inútil, en profundidades comprendidas entre 10 y 200 m. De la captura de cada lance, se seleccionó aleatoriamente una submuestra de aproximadamente 1 kilogramo de langostinos, la cual fue fijada con formalina (5%) para su posterior análisis. Se midió el largo cefalotorácico de los ejemplares con una precisión de 0,1 milímetros.

Crecimiento

Los datos procesados correspondieron a 6.409 ejemplares, 3.247 machos (50,7%) y 3.162 hembras (49,3%). La amplitud de tallas de los machos estuvo comprendida entre 6 y 28 mm y de las hembras entre 8 y 25 mm.

En la distribución de frecuencia de tamaños, se emplearon distintos intervalos de clase, comprendidos entre 0,3 y 1,0 mm, ya que el análisis de la frecuencia polimodal de tallas está influenciado por el intervalo de clase que se utilice (Fréchet

Parsons, 1983). Para separar las diferentes curvas normales presentes en la curva polimodal de tallas, se utilizó el procedimiento gráfico de Bhattacharya (1967), modificado por Pauly y Caddy (1985). De esta manera se obtuvo la talla media (L_{c_i}) y la desviación estándar (SD_i) para cada grupo modal (i) (grupo de edad o muda), en el cual se encuentran presentes diferentes estados de muda.

Para establecer el tipo de crecimiento que caracteriza a esta especie, se utilizó el método de Hiatt (1948), graficando la longitud cefalotorácica promedio en el estado de muda i (L_{c_i}) versus la longitud cefalotorácica promedio en el estado de muda $i + 1$ ($L_{c_{i+1}}$). Se ajustó la regresión lineal entre $L_{c_{i+1}}$ y L_{c_i} , separadamente para cada sexo; como no hubo diferencias significativas entre éstos, se consideraron los datos en conjunto (machos + hembras), correspondiendo la pendiente de dicho ajuste al coeficiente de crecimiento de Kurata (Kurata, 1962).

Para obtener los estimados preliminares de L_{∞} y K que permitieran calcular una función de crecimiento con respecto al tiempo para *M. subrugosa*, se utilizaron los métodos de Van Sickle (1977) y Ebert (1973); los valores definitivos se estimaron a través del método de Allen (1966), el cual entrega estimados de la desviación estándar de los parámetros de crecimiento.

En el presente trabajo se utilizó la expresión de crecimiento de Brody-Bertalanffy, la que proporciona una aproximación analítica razonable (Fréchet y Parsons, 1983) y que ha sido empleada por otros autores (Bustos *et al.*, 1982; Martínez y Arana, 1983). Además, se estimó el crecimiento por muda para *M. subrugosa* utilizando los resultados del método de Hiatt (1948) en conjunto con el modelo de Nicholson (1979).

Mortalidad

La tasa instantánea de mortalidad natural se estimó separadamente por sexo, analizándose las distribuciones de frecuencia agrupadas en intervalos de clase de 1 mm. Para tal efecto, se empleó el método de Pauly *et al.* (1981) que utiliza para el cálculo la porción descendente de la curva de captura, la cual es compensada, considerando que el crecimiento en crustáceos no es lineal y que los individuos de mayor talla necesitan mucho más tiempo para crecer a través de un intervalo de talla que los ejemplares más pequeños. Lo anterior produce la acumulación de los individuos de edades mayores en los

grupos de tallas más grandes, por lo cual el valor de M es subestimado. El procedimiento de estimación contempla calcular la regresión entre el logaritmo natural de las frecuencias absolutas corregidas ($N_t/\Delta t$) versus la edad relativa (t') en años. Se supuso que por constituir *M. subrugosa* un recurso inexplorado, se encuentra en una situación de estado estacionario (Clark, 1978). En esta condición, puede considerarse que una sola curva de captura basta para representar la evolución numérica de una cohorte a las edades afectadas por la mortalidad natural y que la porción descendente de la curva de captura representa la estructura demográfica de la población. También se estimó la tasa instantánea de mortalidad natural por los métodos de Heincke (1913), Beverton y Holt (1956), Ssentongo y Larkin (1973), Van Sickle I (1977), Powell (1979), y Jones & Van Zalinge (1982). Además y con fines comparativos se emplearon los métodos bioanalógicos de Rikhter y Efanov (1976), Pauly (1980) y Höenig (en prensa).

RESULTADOS

Crecimiento

En la Figura 1, se presenta la distribución polimodal de tallas de *M. subrugosa*, agrupada al milímetro. Según Frechette y Parsons (1983), el intervalo de clase que se debe utilizar en estudios de esta naturaleza es particular para cada stock y deben analizarse distintos intervalos para definir el óptimo a emplear. Los mejores resultados en *M. subrugosa*, se obtuvieron empleando un intervalo de clase de 0,6

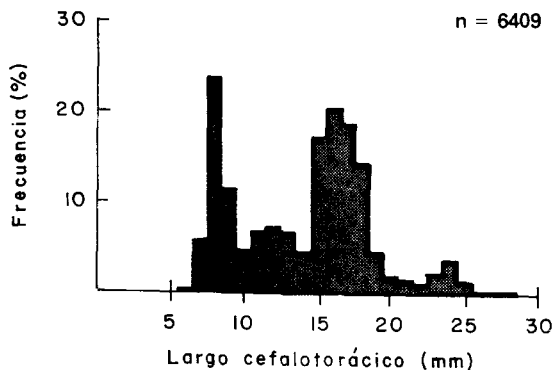


Fig. 1. Estructura de tallas de *M. subrugosa*, para ambos sexos.

Fig. 1. *M. subrugosa* size composition for both sexes.

mm, lo que permitió diferenciar siete grupos modales (Tabla 1), que corresponderían a grupos de muda según Caddy (1977), tanto para machos como para hembras.

Tabla 1. Descomposición de la curva polimodal de *Munida subrugosa* por el método de Battacharya modificado por Pauly y Caddy (1981)

Grupo de muda	Machos		Hembras	
	\bar{L}_c (mm)	$S\bar{L}_c$	\bar{L}_c (mm)	$S\bar{L}_c$
1	8,33	0,762	10	0,448
2	14,80	2,35	13,7	2,15
3	17,40	2,57	17,5	1,66
4	20,15	0,828	19,8	0,85
5	22,35	2,134	21	1,155
6	24,70	0,734	22,4	0,606
7	25,93	0,554	23,5	0,42

Empleando un intervalo de clase de 0,3 mm, se determinaron 22 estados de muda en machos y 18 en hembras, coincidiendo aquellas con una mayor desviación estándar a los grupos de muda determinados con el intervalo de clase de 0,6 mm.

El diagrama de crecimiento Hiatt para machos y hembras en conjunto, se entrega en la Figura 2, la regresión ajustada entre $L_{c_{i+1}}$ y L_{c_i} fue:

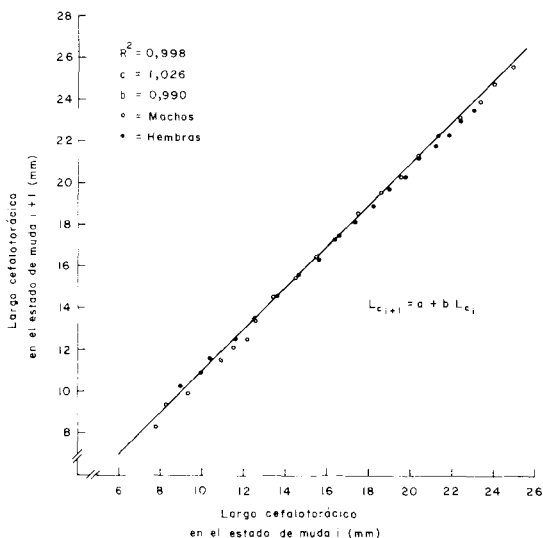


Fig. 2. Diagrama de crecimiento de Hiatt para machos y hembras de *Munida subrugosa*.

Fig. 2. Hiatt growth diagram for *Munida subrugosa* males and females.

$$L_{c_{i+1}} = 1,026 + 0,990 \times (L_{c_i})$$

$$r^2 = 0,998$$

Los parámetros de crecimiento estimados por el método de Allen (1966), sus desviaciones estándar y las longitudes cefalotorácicas observadas y calculadas se presentan en las Tablas 2 y 3. Las curvas de crecimiento para machos y hembras se presentan en la Figura 3.

Utilizando los valores de intercepto y pendiente de la regresión $L_{c_{i+1}}$ versus L_{c_i} , el modelo de Nicholson (1979), y suponiendo que la ecdysis se inhibe en invierno y activa en primavera-verano, se representó gráficamente el crecimiento teórico por muda en función del tiempo, existiendo una gran similitud en los resultados obtenidos mediante este procedimiento y el estimado a través de la función de Brody-Bertalanffy (Fig. 3).

Se estima que el patrón de crecimiento diferenciado existente entre machos y hembras, es producto de la menor frecuencia de mudas de éstas a partir de la edad de primera madurez sexual, la que ha sido estimada en dos años por Bahamonde y Rodríguez (1985).

Mortalidad

La curva de captura compensada se entrega en la Figura 4 y los resultados obtenidos al aplicar el método de Pauly *et al.* (1981) se presentan en la Tabla 4, conjuntamente con los valores estimados por otros métodos.

Al analizar las estimaciones de mortalidad natural, se aprecia que para machos, los métodos tradicionales proporcionan valores comprendidos entre 0,80 y 0,97 en tanto que para hembras entre 1,28 y 1,41. Los límites superiores, para ambos sexos,

Tabla 2. Parámetros de crecimiento por sexo para *Munida subrugosa* estimados a través del método de Allen (1966)

		P a r á m e t r o s		
		\hat{L}_∞ (mm)	\hat{K}	t_0
Machos	Estimado	29,9	0,27	-0,197
	D. Estándar	2,1	$5,31 \times 10^{-2}$	0,219
Hembras	Estimado	26,0	0,30	-0,56
	D. Estándar	0,830	$3,381 \times 10^{-2}$	0,157

Tabla 3. Longitudes cefalotorácicas observadas y calculadas por sexo para *M. subrugosa*

Edad (años)	M a c h o s			H e m b r a s		
	L_c obs.	L_c calc.	d^2	L_c obs.	L_c calc.	d^2
1	8,33	8,28	0,00	10	9,85	0,01
2	14,80	13,42	1,96	13,7	14,1	0,16
3	17,40	17,33	0,00	17,5	17,23	0,07
4	20,15	20,31	0,03	19,8	19,53	0,06
5	22,35	22,60	0,06	21	21,23	0,05
6	24,70	24,30	0,16	22,4	22,49	0,00
7	25,93	25,70	0,05	23,5	23,41	0,00

d^2 : grado de ajuste de los datos a la curva de crecimiento.

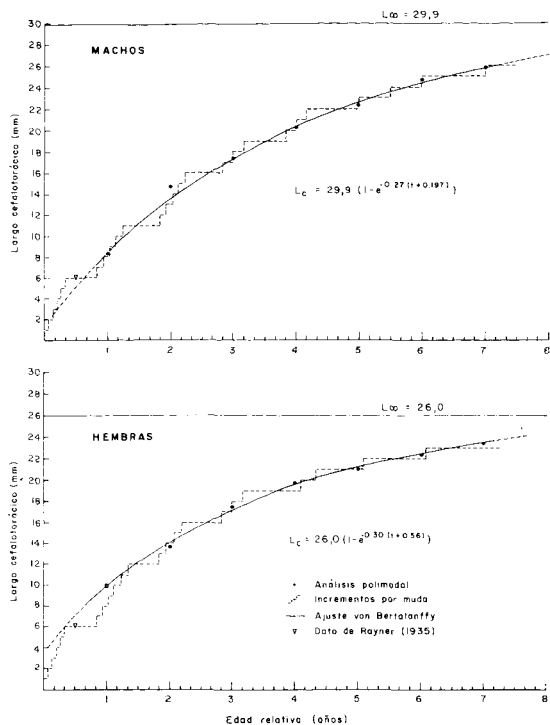


Fig. 3. Curvas teóricas de crecimiento en longitud para machos y hembras de *Munida subrugosa*.

Fig. 3. Theoretical growth in length curves for *Munida subrugosa* males and females.

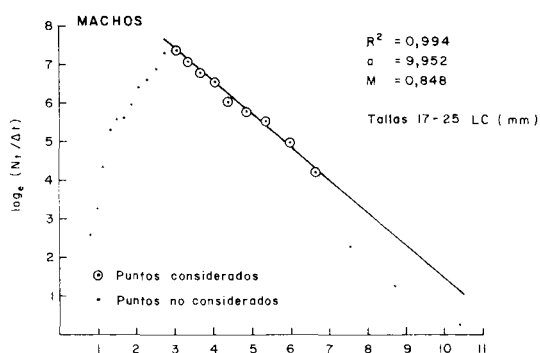


Fig. 4. Curvas de captura compensadas para machos y hembras de *Munida subrugosa*, empleadas en el cálculo de la tasa de mortalidad natural.

Fig. 4. Capture curves balanced for *M. subrugosa* males and females, used for the natural mortality rate calculations.

Tabla 4. Estimaciones de mortalidad natural de *Munida subrugosa* calculadas por distintos métodos

Métodos tradicionales	Machos	Hembras
Heincke (1913)	0,80	1,31
Beverton y Holt (1956)	0,90	1,28
Ssentongo y Larkin (1973)	0,97	1,41
Van Sickle I (1977)	0,82	1,28
Powell (1979)	0,88	1,28
Pauly <i>et al.</i> (1981)	0,85	1,33
Jones y Van Zalinge (1982)	0,87	1,29
Regres. $\log_e N_t$ vs $(L_\infty - L)$	0,88	1,32
Métodos bio-analógicos	Ambos sexos	
Rikhter y Efanov (1976)	0,78	
Pauly (1980)	0,84	
Hoening (en prensa)	0,73	

corresponden a los calculados por el método de Ssentongo y Larkin (1973), que concuerda con lo señalado por Pauly *et al.* (1981), quienes indican que este método siempre entrega valores más altos de M, sin que se conozcan las razones de esto.

Los métodos bio-analógicos constituyen una primera aproximación al valor de mortalidad natural en poblaciones sometidas a explotación. En este trabajo se entregan sólo a modo referencial, porque este parámetro se pudo estimar directamente.

DISCUSION

Actualmente en los crustáceos la determinación directa de la edad no es posible, razón por la cual, el

análisis de la frecuencia de tallas ha sido uno de los métodos que se han empleado para obtener en una primera instancia estimaciones de edad y crecimiento.

En este sentido es importante destacar, que cuando se utiliza como método el análisis de la frecuencia de tallas, los resultados que se obtienen dependen del intervalo de clase utilizado (Fréchette y Parsons, 1983). En este estudio se utilizaron distintos intervalos, siendo los correspondientes a 0,3 y 0,6 mm los que proporcionaron mejores resultados, en la discriminación de los grupos modales.

Sobre la base de los resultados del diagrama de crecimiento de Hiatt (1948) y de acuerdo a los criterios establecidos por Kurata (1962), se estimó que tanto machos como hembras de *Munida subrugosa*, tendrían un crecimiento por muda de tipo aritmético, lo que significa que el incremento por muda es constante e independiente del tamaño de pre-ecdysis. Las diferencias en el crecimiento en longitud observada entre sexos, podría atribuirse a la menor frecuencia de muda que presentarían las hembras a partir de su madurez sexual, la que ocurre alrededor del segundo año de vida según Bahamonde y Rodríguez (1985). De acuerdo a los resultados obtenidos, se estima que esta especie tendría un período de vida postlarval de alrededor de 7-8 años.

Las estimaciones de crecimiento obtenidos para *M. subrugosa* en la zona de Punta Arenas y sus alrededores, son similares tanto en machos como en hembras a los señalados por Rayner (1935) para esta especie en el sector de las Islas Malvinas, presentando los ejemplares analizados por este autor mayores longitudes cefalotorácicas que los detectados en el sector de Punta Arenas. Esto se puede atribuir a patrones de crecimiento diferenciado entre los stocks de estas zonas, o a una tasa de mortalidad natural diferente para los individuos mayores entre la zona de Punta Arenas y las Islas Malvinas.

La longitud asintótica total para machos y hembras del sector de Punta Arenas fue estimada en aproximadamente 70 y 65 mm respectivamente. Estas tallas máximas concuerdan con las determinadas para otros galateidos. Börd y Brinkhurst (1984) señalan que *Munida quadrispina* alcanza un tamaño máximo de 70 mm; Williams (1971) reporta idéntica talla para *Munida gregaria*; y Boyd (1967) infor-

ma que *Pleuroncodes planipes* alcanza también una talla máxima de 70 mm.

En las estimaciones de mortalidad, se consideró que la información de frecuencia de tallas era adecuada, ya que *M. subrugosa* se hallaba concentrado en agosto-septiembre, período próximo a la eclosión de los huevos y que en consecuencia la distribución de tallas obtenida era una representación real de la estructura demográfica de la población.

El tamaño de muestra analizado, y el período de tiempo en que ésta fue recolectada, fue óptima de acuerdo al criterio de Munro (Pauly, 1983).

De acuerdo con las estimaciones de mortalidad, se puede señalar que, sin considerar el estimado por el método Ssentongo y Larkin (1973), el valor de M más probable para machos se encuentra comprendido entre 0,80 y 0,90 y para hembras entre 1,28 y 1,33.

Respecto a la diferencia existente entre la tasa de mortalidad natural para machos y hembras, ésta se podría explicar desde el punto de vista de la estrategia de vida de la especie (teoría r-k); de acuerdo a ésta, los organismos tienden a incrementar la supervivencia del individuo a expensas de la reproducción o a maximizar el potencial reproductivo en detrimento de la supervivencia (Caddy y Csirke, 1983). En este contexto, la canalización de energía a procesos reproductivos, que sustentan principalmente las hembras por ser las portadoras de los huevos, traería como consecuencia una baja supervivencia de las mismas (Fenwick, 1984), como asimismo un menor crecimiento, lo que explicaría las menores tallas alcanzadas por éstas.

Por otra parte, es probable que la menor talla alcanzada por las hembras, podría ser causa de la mayor mortalidad de éstas, si se considera que los depredadores tienen cierta preferencia por las tallas pequeñas (Caddy s/año, mimeografiado).

Si bien los valores de mortalidad natural estimados en este trabajo pueden considerarse altos, debe tenerse presente que a la fecha se han registrado 27 especies que depredarían sobre *M. subrugosa* (Bahamonde y Rodríguez, 1985). Por otra parte, si *a posteriori* se estimaran distintos parámetros de crecimiento, la tasa de mortalidad puede reevaluarse, ya que se tiene la estructura de tallas del recurso en un estado virgen.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLEN, K.R. 1966. A method of fitting growth curves of the von Bertalanffy type to observed data. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 23(2):163-179.
- BAHAMONDE, R. y L. RODRÍGUEZ. 1985. Explotación del recurso langostino de las aguas interiores, Regiones XI y XII - Prefactibilidad (El recurso). Corporación de Fomento de la Producción (AP 86-7). Inst. Fom. Pesq. Chile, 239 p.
- BEVERTON, R.J.H. and S.J. HOLT. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in fish populations, with special reference to source of bias in catch sampling. *Rapp. P.-V. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 140:67-83.
- BHATTACHARYA, C.G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. *Biometrics*, 23:115-135.
- BOYD, C.M. 1967. The benthic and pelagic habitats of the red crab, *Pleuroncodes planipes*, *Pac. Sci.*, Vol. 21:394-403.
- BÜRD, B. y R. BRINKHURST. 1984. The distribution of the galatheid crab *Munida quadrispina* (Benedict 1902) in relation to oxygen concentration in British Columbia Fjords. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* Vol. 81:1-20.
- BUSTOS, H., O. ARACENA, S. MORA y W. PALMA. 1982. Estudio de crecimiento y edad en el recurso langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837). *Inf. Convenio Subsecretaría de Pesca - Instituto de Fomento Pesquero Chile*, 120 p.
- CADDY, J.F. and J. CSIRKE. 1983. Approximations to sustainable yield for exploited and unexploited stocks. *Oceanogr. Trop.* 15(1):3-15.
- CADDY, J.F. Species interaction and stock assesment - Somme ideas and approaches. 34 p. (mimeo.).
- CLARK, W. 1978. Dynamic Pool Models. In: *Models for fish stock assessment*. FAO Fish. Circ., 701:17-30.
- EBERT, T.A. 1973. Estimating growth and mortality rates from size data. *Oecología*, 11:281-298.
- FENWICK, G.D. 1984. Life-history tactics of brooding crustacea. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* Vol. 84:247-264.
- FRÉCHETTE, J. and D.G. PARSONS. 1983. Report of Shrimp Ageing Workshop Held at Ste. Foy, Quebec, in May and Dartmouth, Nova Scotia in November 1981. *NAFO Sci. Coun. Studies*, 6:79-100.
- GONZÁLEZ, A. y M. PERUGI. 1973. Pesca exploratoria y experimental realizada entre el Estrecho de Magallanes y el Cabo de Hornos de septiembre de 1971 a junio de 1972. Circular 80. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile.
- HEINCKE, F. 1913. Untersuchugen uber die scholle, generalbericht I. Schollenfischerei und Schonmassregeln. Vorläufige kurze uberishcht uber die wichtigsten Ergebnisse des Berichts. *Rapp. P.-V. Cons. Int. Explor. Mer*, 16:70 p.
- HIATT, R.W. 1948. The biology of the lined shore crab, *Pachygrapsus crassipes* Randall. *Pac. Science*, 2(3):135-213.
- HÖENIG, J.M. (en prensa). Empirical use of Longevity data to estimate mortality rates. *Fish. Bull. U.S.*
- JONES, R. and N. VAN ZALINGE. 1982. Estimates of mortality rates and population size for shrimp in Kuwait waters. *Kuwait Bulletin of Marine Science*, 2:273-288.
- KURATA, H. 1962. Studies on the age and growth of crustacea. *Bulletin of the Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. N° 24*. 115 p.
- LORENZEN, S., C. GALLARDO, C. JARA, E. CLASING, G. PEQUEÑO y C. MORENO. 1979. Mariscos y peces de importancia comercial en el sur de Chile. *Universidad Austral de Chile*: 131 p.
- MARTÍNEZ, G. y P. ARANA. 1983. Crecimiento del camarón de roca (*Rhynchocinetes typus*; Milne Edwards 1837) en la zona de Valparaíso (Chile). *Cienc. y Tec. del Mar, CONA* 7:85-107.
- NICHOLSON, M.D. 1979. The use of length frequency distribution for age determination of *Nephrops norvegicus* (L.). *Rapp. P.-V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, 175:176-181.
- PAULY, D. 1980. On the interrelationship between natural mortality growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 39(2):175-192.
- PAULY, D., J. INGLES and R. NEAL. 1981. Application to shrimp stocks of objective methods for estimation of growth, mortality and recruitment related parameters from length-frequency data. *NOAA/FAO Workshop on the Scientific Basis for the Management of Penaeid shrimps*, Florida, November, 1981.
- PAULY, D. 1983. Length converted catch curve: A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part. I). *Fishbyte*, 1(2), 13 p.
- PAULY, D. and J.F. CADDY. 1985. A modification of Battacharya's method for the analysis of mixtures of normal distribution. *FAO Fish. Circ. N° 781*. 16 p.
- POWELL, F. 1979. Estimation of mortality and growth parameters from the length frequency of a catch. *P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, 175:167-169.
- RAYNER, G.W. 1935. The Falklands species of the crustacean genus *Munida*. *Discovery reports*, Vol. X:209-245.
- RIKHTER, V. and V. EFANOV. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *ICNAF. Res. Doc.* 76/VI/8: 12 p.
- SENTONGO, G. and P. LARKIN. 1973. Some simple methods of estimating mortality rates of exploited fish populations. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 30(5):695-698.

- VAN SICKLE, J. 1977. Mortality rates from size distribution. The application of a conservation law. *Oecologia* 27:311-318.
- WILLIAMS, D. 1973. The effect of the environment on the morphology of *Munida gregaria* (Fabricius). *Crustaceana*, Vol. 24:197-210.