

Asentamiento y crecimiento de los primeros estadios bentónicos de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Muricidae) en el intermareal rocoso de Mehuín, Chile

Settlement and growth of the early benthic stages of *Concholepas concholepas* (Mollusca: Muricidae) in the rocky intertidal at Mehuín, Chile

ALBERTO E. REYES^{1, 2} y CARLOS A. MORENO¹

¹Instituto de Ecología y Evolución. Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

²Instituto de Fomento Pesquero, Casilla 1287, Santiago, Chile.

RESUMEN

La detección, seguimiento y medición de una cohorte temprana del Muricidae *Concholepas concholepas* (Bruguière 1789) reclutada en Mehuín (sur de Chile), el 3 de junio de 1989, permitió estimar las tasas de crecimiento en individuos de 1,9 mm a 10 mm (longitud peristomática), que, en orden creciente, fueron desde 0,022 mm/día (0,66 mm/mes), el primer mes hasta 0,058 mm/día (1,74 mm/mes), al sexto mes. La época de asentamiento fue calculada por retroextrapolación del crecimiento de la cohorte y en base a las observaciones realizadas *in situ*, lo que nos permitió proponer su comienzo en enero y observar su fin en junio de 1989, lo cual difiere de trabajos previos que la proponen desde julio en adelante. Con esta primera observación en la naturaleza de tallas tan pequeñas, proponemos que la diferencia en la estimación de la época de asentamiento, con la presumida en otros trabajos, se debe principalmente a diferencias en la tasa de crecimiento calculada para los primeros meses de vida en el bentos.

Palabras claves: Asentamiento, reclutamiento, gastropoda, Muricidae, *Concholepas*, Pacífico suroccidental.

ABSTRACT

A newly recruited cohort of the muricid *Concholepas concholepas* (Bruguière 1789) was detected and its size changes monitored in Mehuín, Southern Chile in winter 1989. Growth rates of individuals as small as 1.9 mm to 100 mm increased from 0.022 mm/day (0.66 mm/month) during the 1st month to 0.058 mm/day (1.74 mm/month) during the sixth month. The settlement period was obtained from back calculation of growth curve coupled with direct observations. Its onset was in January and observed termination in June 1989, which contrast to previous reported results indicating July as the start of the settlement period. This is the first record derived from *in situ*, observations on such small unconfined individuals. We explain differences between ours and other estimation of settlement period to differences in the reported growth rates.

Key words: Settlement, recruitment, gastropoda, East-Southern Pacific.

INTRODUCCION

La explotación del Muricidae *Concholepas concholepas* (Bruguière 1789) en la costa de Chile (Pacífico suroccidental) alcanzó, en 1988, tal nivel de sobreexplotación que fue necesario vedar la actividad extractiva de esta valiosa especie por dos años. El conocimiento de su ciclo biológico todavía presenta vacíos importantes, a pesar de los grandes avances realizados (Castilla 1982), por lo que la administración de la pesquería todavía presenta problemas.

Entre los aspectos deficitarios están: la ecología larvaria, la etapa de metamorfosis, el asentamiento de larvas y la historia natural de los primeros asentados en el bentos. Según Gallardo (1979), estos últimos tendrían un tamaño aproximado a 1,8 mm de longitud.

Diversos autores proponen que el asentamiento de *C. concholepas* ocurre en la zona intermareal, puesto que los reclutas (*sensu* Connell 1985), mayores de 10 mm de longitud peristomal, se encuentran preferentemente en esa zona (Gallardo

1979, Guisado & Castilla 1983, Jara & Moreno 1983, López 1987, Rivas & Castilla 1987, Moreno & Reyes, 1988). Sin embargo, se carece de evidencias empíricas sobre la época de asentamiento y las tasas de crecimiento individual para juveniles menores de 10 mm de longitud peristomal. El conocimiento de estos parámetros en los primeros meses de vida es esencial para calibrar las curvas de crecimiento establecidas normalmente en tallas mayores de 25 mm, calcular índices de asentamiento y así estimar tempranamente el reclutamiento.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

El presente trabajo se realizó en la Reserva Marina de Mehuín (39 24'S, 73 13'W) desde mayo a noviembre de 1989. El intermareal rocoso de esta área está constituido por la formación piedra-laja que se compone básicamente de esquistos y filitas que presentan plegamientos con una marcada inclinación al oeste (Illies 1970). Esta característica genera plataformas con abundantes grietas y fisuras, que son sustrato apto para la fijación de invertebrados bentónicos.

En esta zona existe una comunidad intermareal compuesta por dos estratos de organismos sésiles: una basal, que incluye algas crustosas y cirripedios; y, la otra, sobrepuesta de algas como *Iridea laminioides*, *Ulva rigida* y *Porphyra columbina* (Jara & Moreno 1984). Abundantes gastrópodos herbívoros y carnívoros, tanto en sus fracciones juveniles como adultas, también integran esta comunidad (Jara & Moreno 1983). Por efecto de la exclusión del hombre desde 1978, el paisaje intermareal en este sitio difiere notoriamente respecto a áreas aledañas (Moreno *et al.* 1984).

Métodos

Durante las horas de baja marea diurna, con ayuda de linternas halógenas, se realizaron minuciosas observaciones a ojo desnudo

sobre las plataformas rocosas del intermareal bajo y medio, incluyendo grietas, fisuras y pozas de marea, en busca de individuos recién asentados. Estas observaciones comenzaron en marzo de 1989 utilizando una táctica de barrido en los diferentes ambientes intermareales. El 3 de junio se detectó una cohorte de *C. concholepas* presumiblemente recién asentada en sustratos sumergidos de la zona intermareal baja, en frentes expuestos y semiexpuestos. Esta cohorte se siguió desde esa fecha hasta el 27 de noviembre de 1989, con el objeto de estimar el crecimiento promedio individual a partir de medidas *in situ*, de longitud total realizadas con pie de metro de precisión 0,1 mm. Los datos se analizaron en histogramas de frecuencia y los valores promedios de tamaño individual fueron sometidos a diferentes ajustes estadísticos, buscando el mejor descriptor del crecimiento en los meses iniciales. Los resultados encontrados se compararon con datos publicados fundamentalmente en base al crecimiento de juveniles.

RESULTADOS

El 3 de junio de 1989 se detectaron los primeros individuos presumiblemente recién asentados. Los tamaños observados fluctuaron entre 1,9 y 5,5 mm de longitud total con protoconcha esculpida de color café y con las primeras estrías de crecimiento de la teleoconcha de color blanco, descripción coincidente con Di Salvo (1988) para individuos recién metamorfoseados. Esta cohorte fue encontrada en plataformas rocosas expuestas al oleaje en sustratos sumergidos (grietas y pequeñas pozas de marea), en los niveles inferiores del intermareal. Este hecho dificultó el seguimiento de la cohorte en los meses invernales en los cuales, en adición a altos promedios de mareas bajas, se presentaron frentes de mal tiempo y fuerte oleaje. A pesar de estas dificultades fue posible medir individuos de la cohorte en estudio en las fechas y números indicados en la Tabla 1.

TABLA 1

Calendario de muestreos de *C. concholepas* realizados en la Reserva Marina de Mehuín, incluyendo los tamaños mínimos y máximos encontrados en cada muestra.

Concholepas concholepas sampling calendar at the Marine Reserve of Mehuín, enclosing minimum and maximum individual sizes found in each sample.

Fecha (1989)	Número de individuos encontrados	Tamaños	
		Mín.	Máx.
3 de junio	21	1,90	5,50
3 de julio	10	2,60	5,40
1 de agosto	16	3,90	7,30
18 de agosto	18	3,40	8,80
30 de agosto	17	2,90	8,30
13 de septiembre	116	2,50	14,70
16 de septiembre	26	3,80	8,30
12 de octubre	34	3,70	7,65
26 de octubre	57	4,70	14,70
14 de noviembre	72	4,90	14,90
27 de noviembre	114	4,00	18,20
11 fechas	501	1,90	18,20

Las distribuciones de frecuencias, agrupadas por meses, de los ejemplares recién asentados muestran que la moda cercana a los 3 mm se presenta después de cuatro meses, alrededor de 8 mm (Fig. 1). Junto con el aumento en longitud de la moda, aumenta la variabilidad de tamaños encontrados. Solamente en la muestra de junio se detectó la presencia de individuos menores de 2 mm, lo que indica que el asentamiento de nuevos individuos ocurrió hasta antes de esa fecha.

El aumento de la talla de la cohorte 1989 permite estimar el crecimiento individual promedio. El mejor ajuste estadístico a los datos de cada muestreo se encuentra en los modelos lineal y exponencial con valores máximos de coeficiente de determinación ($r^2 = 0,919$ y $0,950$, respectivamente). Este permite una estimación retrospectiva de la duración total del período de asentamiento de *C. concholepas* (Fig. 2). De acuerdo a esto, el inicio del período de asentamiento se extendería desde el 14 de enero, según el modelo exponencial, o el 2 de mayo, según el modelo lineal. Este proceso tendría su término a fines de mayo o principios de junio, considerando que en esas fechas observamos los últimos individuos menores o próximos

al tamaño de metamorfosis de 1,8 mm (Gallardo 1979, Di Salvo 1988).

Las tasas de crecimiento promedio que se muestran en la Tabla 2 fueron obtenidas a partir de las ecuaciones lineal y exponencial y son notoriamente menores a las estimadas previamente por otros autores (Di Salvo 1988, Guisado & Castilla 1983, Gallardo 1979, Tobella 1979, Bustos *et al.* 1986, López 1987). De acuerdo a los valores de la correlación de Spearman, los promedios de tamaños observados se correlacionan mejor con las predicciones del modelo exponencial ($r = 0,975$; $n = 11$) que con las predicciones de la regresión lineal ($r = 0,959$; $n = 11$).

DISCUSION

La diferencia entre los conceptos de "asentamiento" y "reclutamiento" consiste, según Keough & Downes (1982) y Connell (1985), en que el reclutamiento es un fenómeno dependiente de la habilidad del observador para detectar los individuos de tallas más pequeñas en el ambiente natural. En cambio, el asentamiento es un proceso biológico que corresponde al momento en que una larva pelágica de un organismo bentónico metamorfosea y se posa en el

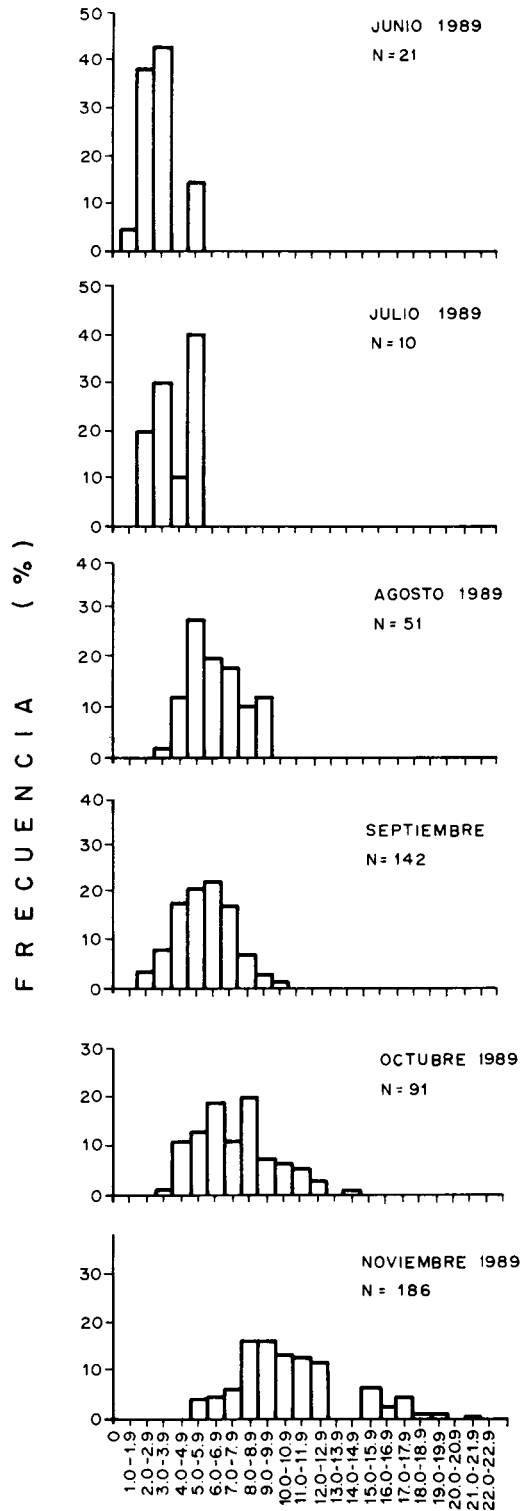


Fig. 1: Frecuencias de tallas de *Concholepas concholepas* postasentados en la Reserva Marina de Mehuín, entre junio y noviembre de 1989.

Size frequencies of post-settled *Concholepas concholepas* in the Marine Reserve of Mehuín between June and November 1989.

fondo. Los autores citados definen "recluta" como un organismo que después de asentado logra sobrevivir en el ambiente hasta que es detectado como un nuevo miembro de la población residente.

La mayoría de los estudios realizados sobre reclutamiento en *Concholepas concholepas* consideran "reclutas" a los individuos entre 6,4 y 44 mm de longitud peristomal encontrados en el intermareal (Gallardo 1979, Guisado & Castilla 1983, Jara & Moreno 1983, Rivas & Castilla 1987, López & Moreno, 1988, y Moreno & Reyes, 1988, entre otros); sin embargo, hay una notable brecha entre esas tallas y el tamaño de 1,6 a 1,8 mm, al cual se conoce que las larvas metamorfosean y se asientan, Gallardo (1979) y Di Salvo (1988).

El método utilizado en los trabajos previos para estimar el período de asentamiento, y consecuentemente determinar la "fecha de cumpleaños" de *Concholepas*, consiste en una retrospectiva de la tasa de crecimiento de los reclutas que se han estudiado, que de acuerdo al resumen entregado por Guisado y Castilla (1963) fluctúan entre 2,6 y 3,67 mm/mes. Por ejemplo Gallardo (1979) al estudiar la biología de las primeras fases bentónicas de *Concholepas*, en Mehuín, registró una cohorte en el mes de diciembre con un tamaño promedio de 14,3 mm (6,4 a 29,9 mm; $n = 247$). Esta cohorte le permitió al autor estimar un incremento mensual que, proyectado hacia atrás, sugiere que la "edad" de sus ejemplares es de 3 a 4 meses; es decir, se habrían reclutado en septiembre y, tal vez, los ejemplares mayores en agosto.

Sin embargo, la predicción anterior no es consistente con nuestro hallazgo de individuos de tallas entre 1,9 a 5,5 mm durante el mes de junio de 1989, en la misma área, predicción que no se cumple, probablemente, porque las tasas de crecimiento son más bajas en las primeras etapas postmetamórficas.

Consecuentemente, si se toman individuos que ya tienen cerca de un año, la extrapolación hacia atrás predice un asentamiento más tardío que si se tomaran individuos de sólo un mes.

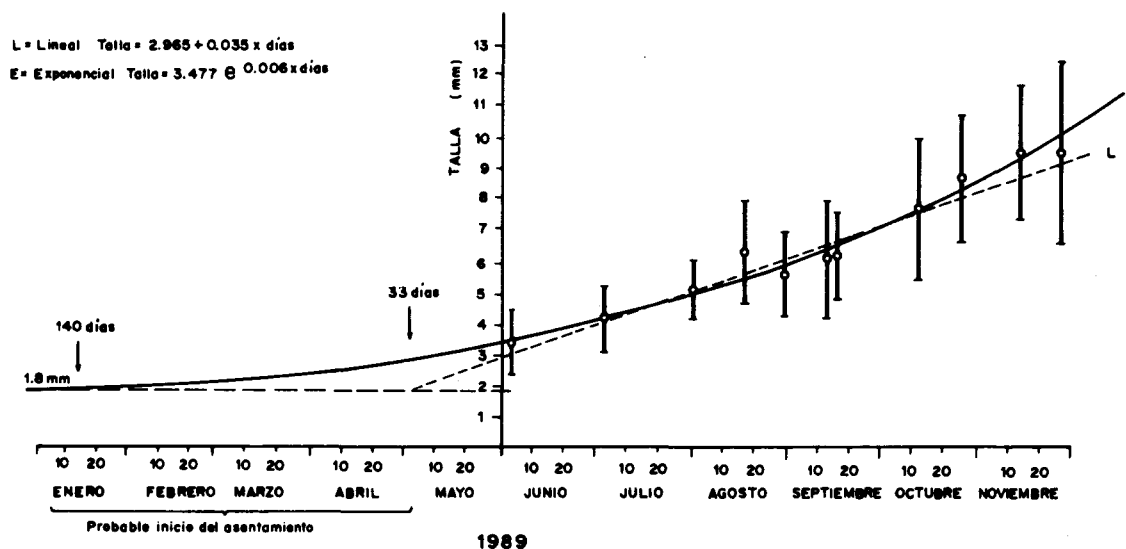


Fig. 2. Crecimiento de los estadios tempranos de *Concholepas concholepas*, ajustado a modelos de regresiones lineal y exponencial, para los primeros meses de vida bentónica. Se incluye al lado izquierdo de la figura una retrospectiva de la época de asentamiento, basada en los modelos mencionados.

Early stage growth of *Concholepas concholepas* adjusted to linear and exponential regression models for the first months of benthic life. The figure of the left hand side shows a retrospection of the settlement period based on the mentioned models.

TABLA 2

Tasas de crecimiento promedio de *C. concholepas* estimadas a partir de las curvas lineales y exponenciales, mencionadas en la Fig. 2

Mean growth rates of *C. concholepas* estimated from linear and exponential curves mentioned in Fig. 2

Fecha de control	Nº de días	Talla promedio real (mm)	Predicción lineal		Predicción exponencial	
			Talla	Incremento diario	Talla	Incremento diario
3 de junio	1	3,37	3,000		3,498	
3 de julio	30	4,13	4,015	0,034	4,163	0,022
1 de agosto	60	5,06	5,065	0,035	4,984	0,027
18 de agosto	77	6,30	5,625	0,035	5,486	0,031
30 de agosto	89	5,57	6,080	0,035	5,931	0,034
13 de septiembre	103	6,04	6,570	0,035	6,451	0,037
16 de septiembre	106	6,17	6,675	0,035	6,568	0,039
12 de octubre	132	6,63	7,585	0,035	7,677	0,043
26 de octubre	146	8,64	8,075	0,035	8,349	0,048
14 de noviembre	164	9,47	8,705	0,035	9,301	0,053
27 de noviembre	177	9,46	9,160	0,035	10,056	0,058

Nuestros datos de frecuencia de tamaños durante seis meses, a partir del 3 de junio de 1989, a pesar de que muestran pulsos de crecimiento, pueden ser estadísticamente mejor ajustados a una ecuación exponencial que a una lineal, ello debido a que ambos ajustes son altamente significativos. Al extrapolar hacia atrás el crecimiento, pero

ahora de los individuos más pequeños identificados claramente como una cohorte, proponemos que el asentamiento debe ocurrir en fechas cercanas a los puntos de intersección de las curvas de crecimiento teórico y el tamaño individual de 1,8 mm. Esas fechas se encuentran, para Mehuín, entre el 12 de enero y el 2 de mayo.

Lo anterior es consistente con observaciones de cápsulas ovígeras en la zona de estudio a partir del mes de octubre. Si suponemos una duración del período de incubación intracapsular entre 36 y 60 días (Gallardo 1973, 1979), se esperaría encontrar larvas en el plancton desde noviembre en adelante. Si estas larvas permanecen en el plancton el mismo tiempo que dura su desarrollo extracapsular en laboratorio (Di Salvo 1988), 14 semanas después, *i.e.*, entre enero y febrero, deberían comenzar a metamorfosearse y asentarse en el bentos. Estas fechas marcarían el inicio del proceso; sin embargo, es probable que la mayor cantidad de larvas asienten un poco más tarde, ya que en la mayoría de las cápsulas son colocadas en el bentos de Mehuín en noviembre y diciembre (Lépez 1987). Como una confirmación de la predicción realizada a partir de nuestros datos de 1989, el 23 de abril de 1990 se detectó la aparición de los primeros siete postasentados en el área de estudio, lo que marcó el comienzo del período de asentamiento para este año.

En conclusión, en Mehuín el asentamiento ocurre durante el otoño, en vez de finales del invierno o primavera como se había estimado previamente, lo cual debe influir en la datación de líneas de crecimiento para los cálculos de edad; pero sobre todo en la época apropiada para estimar los índices de asentamiento, que se requieren para la administración de la pesquería.

Esperamos que ahora que se ha estimulado el interés sobre los procesos de reclutamiento y su influencia en las dinámicas poblacionales y comunitarias en ecología (*e.g.*, Connell 1985, Menge & Sutherland 1987) tengamos más información sobre este importante parámetro en las poblaciones de organismos marinos y sus variaciones temporales y latitudinales sobre los 4.000 km de costa del mar de Chile, en el océano Pacífico suroriental.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a su colega Gladys Asencio por la inestimable ayuda prestada en terreno durante el período en que uno de nosotros (A.R.) tuvo un peligroso accidente en el intermareal rocoso de Mehuín. También agrade-

cemos la ayuda técnica de Rodrigo Reyes y del cuidador de la Reserva Marina, Sr. Eugenio Castro. Asimismo, agradecemos a nuestros colegas Carlos Ríos, Gabriel Jerez, Darío Rivas, Michael Wolfe y William Duarte por todas sus valiosas sugerencias para mejorar este manuscrito. Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto Sectorial Recurso Loco de FONDECYT (Chile), 3504-89.

LITERATURA CITADA

- BUSTOS E, H ROBOTHAM, E LARA & E PACHECO (1986) Edad y crecimiento de *Concholepas concholepas* y consideraciones a la aplicación de la ecuación de Von Bertalanffy (Gastropoda Muricidae). *Investigación Pesquera* (Chile) 33: 33-45.
- CASTILLA JC (1982) Pesquería de moluscos gastrópodos en Chile: *Concholepas concholepas*, un caso de estudio. *Monografías Biológicas* 2: 199-212.
- CONNELL JH (1985) The consequences of variation in initial settlement vs. postsettlement mortality in rocky intertidal communities. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology* 93: 11-45.
- DI SALVO LH (1988) Observations on the larval and postmetamorphic life of *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) in laboratory culture. *The Veliger* 30 (4): 358-368.
- GALLARDO, C. (1973) Desarrollo intracapsular de *Concholepas concholepas* (Bruguière) (Gastropoda, Muricidae). *Publicaciones Ocasionales* N° 16, Museo Natural de Historia Natural. Santiago de Chile, 16 pp.
- GALLARDO C (1979) El ciclo vital del Muricido *Concholepas concholepas* y consideraciones sobre sus primeras fases de vida en el bentos. *Biología Pesquera* (Chile) 12: 79-89.
- GUISADO CH & JC CASTILLA (1983) Aspects of the ecology and growth of an intertidal juvenile population of *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae) at Las Cruces, Chile. *Marine Biology* 78: 99-103.
- ILLIES H (1970) Geología de los alrededores de Valdivia y volcanismo y tectónica en márgenes del Pacífico de Chile Meridional. Instituto de Geología y Geografía. Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- JARA FH & CA MORENO (1983) Calendario de reclutamientos de organismos epibénticos móviles de la zona mesomareal de Mehuín, Chile. *Medio Ambiente* 6 (2): 72-79.
- JARA FH & CA MORENO (1984) Herbivory and structure in a midlittoral rocky community: a case in southern Chile. *Ecology* 61 (1): 28-38.
- KEOUGH MJ & BJ DOWNES (1982) Recruitment of marine invertebrates: the role of active larval choices and early mortality. *Oecologia* (Berlin) 54: 348-352.
- LEPEZ MI (1987) Ecología Intermareal de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789), bajo dos regímenes de intervención antrópica. Tesis de Magister en Ciencias, mención Ecología. Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, 136 pp.
- LEPEZ MI & CA MORENO (1988) Reclutamiento de *Concholepas concholepas* en la costa de Valdivia: Influencia de los adultos y del tipo de hábitat. *Biología Pesquera* (Chile), 17: 47-56.
- MENGE B & JP SUTHERLAND (1987) Community regulation: Variation in disturbance, competition, and predation in relation to environmental stress and recruitment. *The American Naturalist* 130 (5): 730-757.

- MORENO CA & AE REYES (1988) Densidad de *Concholepas concholepas* (Mollusca) en la Reserva Marina de Mehuín: Evidencias de fallas en el reclutamiento. *Biología Pesquera* (Chile), 17: 31-38.
- MORENO CA, JP SUTHERLAND & HF JARA (1984) Man as a predator in the intertidal zone of southern Chile. *Oikos* (Copenhagen) 42: 155-160.
- RIVAS DA & JC CASTILLA (1987) Dinámica de poblaciones intermareales de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) (Mollusca: Gastropoda) en Chile central. *Investigación Pesquera* (Chile) 34: 3-19.
- TOBELLA G (1975) Crecimiento de *Concholepas concholepas* (Bruguière 1789) (Moll. Gast. Muricidae). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*, 44: 185-189.