

PREFERENCIAS ALIMENTARIAS DE EJEMPLARES POSTMETAMORFICOS Y JUVENILES DE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS* (BRUGUIERE 1789).

Marco A. Méndez* y Juan M. Cancino**

ABSTRACT. Food preference of postmetamorphic and juveniles of *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789).

The current knowledge about the feeding biology of *Concholepas concholepas* mainly refers to the adult phase. The feeding biology of postmetamorphic and juvenile individuals has scarcely been studied. In the present study we report on the feeding preferences and on the capability of *C. concholepas* smaller than 20 mm of peristomal length to drill their prey.

In the laboratory 20 individuals of *C. concholepas* between 2 and 30 mm of peristomal length were offered six prey items namely: the mussels *Semimytilus algosus*, *Perumytilus purpuratus* and *Brachidontes granulata*; the barnacle *Balanus laevis*; bryozoans and polychaetes spirorbids. Prey consumption was daily recorded for 15 days and eaten preys were daily replaced with new ones, keeping a constant offer. Sixty individuals of *C. concholepas* with peristomal length less than 20 mm were offered the three species of mussels mentioned above in order to evaluate the ability of the snails to drill their prey. The peristomal length of *C. concholepas* and the presence of perforations on the eaten preys as well as the site and diameter of the bore were recorded.

The juveniles of *C. concholepas* showed the following rank of prey preference: *S. algosus* > *P. purpuratus* > *B. laevis* > *B. granulata* > bryozoans > spirorbids. The drilling mechanism

* Estación Costera de Investigaciones Marinas, Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile. Casilla 174-D, Santiago, Chile.

** Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile. Casilla 174-D, Santiago, Chile.

was frequently used by *C. concholepas* smaller than 14 mm of peristomal length. Individuals of 14 to 17 mm showed a lower drilling frequency while snails larger than 18 mm did not drill their preys. The location of the perforation on the mussels shell was dependent on the prey species. The diameter of perforation ranged from 173,25 to 841,50 μm and increased as a function of the peristomal length of *C. concholepas*.

Key words: *Concholepas concholepas*, Muricidae, food preferences, prey drilling.

INTRODUCCION

Los trabajos realizados hasta ahora sobre la alimentación de *Concholepas concholepas* (Brugulere 1789) se refieren principalmente a la etapa adulta (Castilla & Gulsado 1979; Castilla et al. 1979) siendo escasos los estudios para individuos postmetamórficos y juveniles. El estudio más detallado sobre la alimentación de *C. concholepas* es el de Castilla et al. (1979). En dicho trabajo se estudiaron las tasas de consumo para distintos tipos de presas y se registró que locos de 15 a 20 mm de longitud peristomal son capaces de consumir mitílidos. En dicho estudio se describen además seis mecanismos utilizados por este gastrópodo para la obtención e ingestión de presas. Estos autores, sin embargo, trabajaron mayoritariamente con ejemplares mayores que 30 mm de longitud peristomal y no estudiaron si esta especie muestra preferencia por alguna de las presas consumidas. Otros tres trabajos se han referido a la alimentación de

ejemplares de longitud peristomal menor a 30 mm. Gallardo (1979) menciona que en Mehuín se encuentran poblaciones densas de juveniles de *C. concholepas* a nivel del cinturón de *Lessonia* sp. y que probablemente éstos se alimentarían de mitílidos y cirripedios. Gulsado & Castilla (1983) mencionan que en una localidad de Chile central, las poblaciones de *C. concholepas* se encuentran asociados principalmente a los cirripedios *Jhellus cirratus* (Darwin) y *Balanus laevis* Brugulere y al mitílido *Perumytilus purpuratus* (Lamarck). Di Salvo (1986)¹ registra por primera vez la capacidad de *C. concholepas* para perforar mitílidos. Posteriormente, Di Salvo (1988) describe que individuos postmetamórficos de *C. concholepas* poseen ya esta capacidad. A pesar de los antecedentes anteriores, no existe en la literatura una caracterización en términos cuantitativos del fenómeno de perforación de presas.

(1) VI Jornada de Ciencias del Mar, Osorno, 1986. Biota Vol. 1.

Los objetivos del presente trabajo son determinar las preferencias alimentarias de individuos postmetamórficos y juveniles de *C. concholepas* menores a

30 mm de longitud peristomal y caracterizar cuantitativamente el mecanismo de perforación de presas.

MATERIALES Y METODOS

A) **Preferencia alimentaria:** Con la finalidad de detectar posibles cambios en las preferencias alimentarias de *C. concholepas* en función del tamaño corporal, en el mes de diciembre de 1989, se seleccionaron 20 locos entre 2,0 y 30 mm de longitud peristomal. Cinco ejemplares fueron asignados a cada una de las siguientes categorías de tallas: T1: 2,0 a 5,9 mm; T2: 6,0 a 9,9 mm; T3: 10 a 19,9 mm; T4: 20 a 30 mm. Los ejemplares fueron colocados individualmente en cajas de plástico de distinto volumen perforadas para permitir la circulación de agua. Los volúmenes utilizados para cada talla fueron: 300 cc para T1 y T2; 500 cc para T3 y 1000 cc para T4. A cada loco se le ofreció simultáneamente seis tipos de presas: los mitílidos *Semimytilus algosus*, *Perumytilus purpuratus* y *Brachidontes granulata* (Hanley), el cirripedio *Balanus laevis*, poliquetos espiróbridos y briozoos. Mitílidos y cirripedios fueron separados en tallas y asignados diferencialmente según la longitud peristomal de cada loco (Tabla 1). No fue posible obtener ejemplares de *B. granulata* de la talla requerida para los locos de la categoría T4, por lo que este ítem presa no fue ofrecido a esta talla. Los briozoos y espiróbridos se asignaron diferencialmente a cada talla, utilizando como criterio el área ocupada expresada en mm². Para

estimar la mortalidad natural de las presas durante la realización del experimento existieron controles consistentes en cajas sin locos para cada tipo de presa. Al inicio del experimento las presas en cada caja fueron distribuidas homogéneamente sobre el fondo. El consumo de alimento se controló diariamente y las presas consumidas se renovaron para mantener la oferta constante. Durante cada control se redistribuyeron las presas homogéneamente en cada caja. Este experimento se controló durante 15 días y se desarrolló en sistemas con agua de mar circulante (6,4 lt/min) y con burbujeo constante. La temperatura del agua fluctuó entre 17 y 19°C. En este trabajo se consideró que existían preferencia por un ítem determinado de presa cuando la representación de éste en la dieta supera significativamente a lo esperado por azar (sensu Landenberger 1968).

B) **Perforación de presas:** Con la finalidad de evaluar la capacidad de los juveniles para perforar las presas, se seleccionaron un total de 60 ejemplares de *C. concholepas* con rangos de tallas que fluctuaron entre 2,0 y 20 mm de longitud peristomal. Cada vez que una presa fue consumida se registró la longitud peristomal del loco, la presencia o ausencia de perforación en la

presa consumida, el sitio de la perforación y el diámetro de ésta. Se usaron mitílidos como presas debido a que sólo éstos fueron perforados en experimentos preliminares. Este experimento duró tres meses y se desarrolló entre diciembre de 1989 y abril de 1990. Las condiciones de flujo, burbujeo y tempe-

ratura del agua se mantuvieron similares a las del experimento anterior. Ambos experimentos se llevaron a cabo en la Estación Costera de Investigaciones Marinas (ECIM) de la Pontificia Universidad Católica de Chile ubicada en Las Cruces (33°31'S, 71°38'W).

RESULTADOS

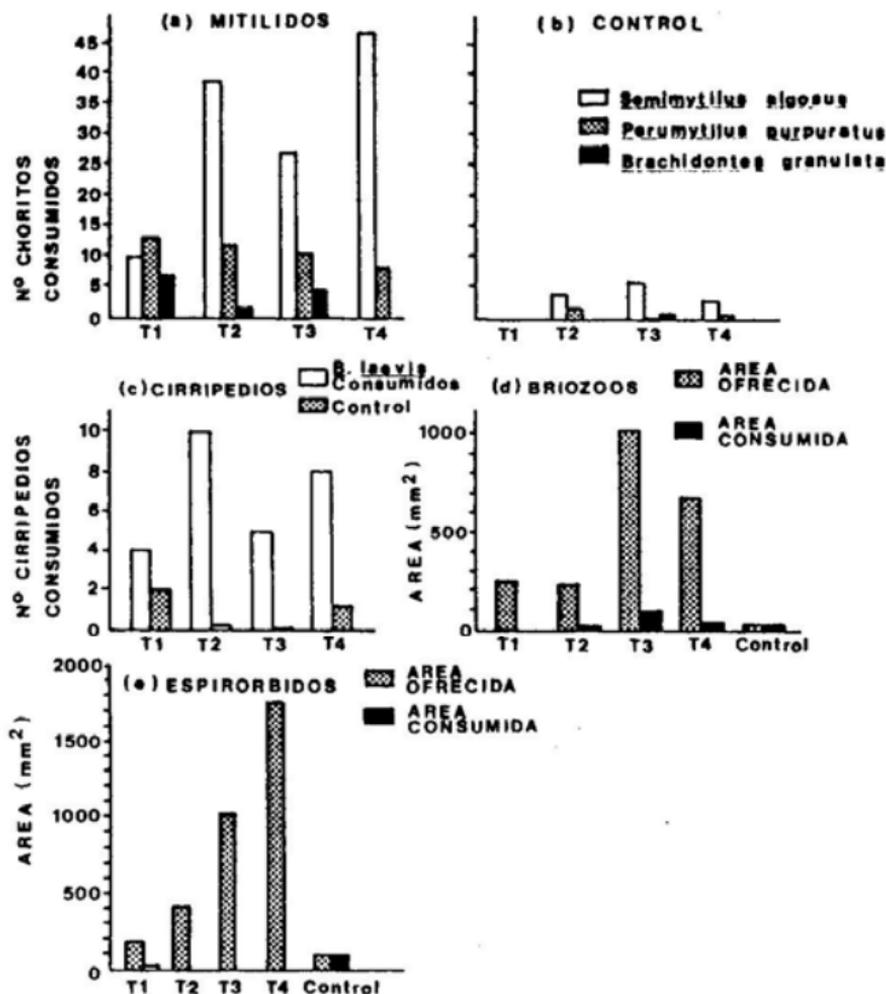
A) Preferencia alimentaria: Todos los ejemplares de *C. concholepas* estudiados mostraron preferencia por mitílidos y cirripedios, mientras que los espiróbridos y briozoos fueron consumidos esporádicamente (Fig. 1). Un análisis del consumo de presas agrupado, sin considerar las tallas de los locos, mostró la siguiente categorización de las presas, en orden de importancia desde la más consumida a la menos consumida: *Semimytilus algosus*, *Perumytilus purpuratus*, *Balanus laevis*, *Brachidontes granulata*, briozoos espiróbridos. Una prueba de Kruskal-Wallis (Sokal & Rohlf 1981) reveló que estos consumos difieren significativamente de lo esperado por azar (T1 a T3: $p < 0,001$, g.l.: 5; T4: $0,05 < p < 0,01$, g.l.: 5).

Si se analizan los consumos dentro de cada categoría de talla aparece el mismo patrón de preferencia anterior (Fig. 1a y 1b). *S. algosus* siempre fue preferido a las otras especies, la única excepción la constituye la talla 1. La tabla 2 resume el análisis de las preferencias por talla utilizando un test G de bondad de ajuste (Sokal & Rohlf 1981).

B) Perforación de presas: Durante los tres meses de observación los 60 ejemplares de *C. concholepas* consumieron un total de 477 mitílidos, 244 de los cuales fueron consumidos previa perforación de la concha (Fig. 2). La capacidad para perforar se manifiesta tempranamente en *C. concholepas*, según lo indica un ejemplar que perforó a un individuo de *S. algosus* sólo siete días después de la metamorfosis, momento al cual poseía 2,0 mm de longitud peristomal.

La frecuencia de perforación de presas dependió del tamaño de *C. concholepas* (Fig. 2a). Así todos los individuos de un tamaño menor a 14 mm preferentemente perforaron a los mitílidos que consumieron, mientras que, aquellos mayores a 18 mm ya no recurrieron a este mecanismo. Es interesante destacar que a medida que aumentó el tamaño de *C. concholepas* disminuyó la frecuencia de perforación en las presas (Fig. 2a). Esto fue acompañado por un incremento en la frecuencia mitílidos consumidos sin previa perforación (Fig. 2a).

Para evaluar diferencias en el sitio



1. Consumo de distintos tipos de presas en función de la talla (T1 a T4) de *C. concholepas*. El alto de las barras representa: (a) el número total de mitilidos consumidos por especie; (b) control de los mitilidos; (c) el número total de cirripedios consumidos (barras blancas) y su control (barras punteadas); (d) el área de los espirorbidos ofrecidos y consumidos y (e) el área de briozoos ofrecidos y consumidos. Para mitilidos y cirripedios los controles corresponden a mortalidad de las presas. Para espirorbidos y briozoos los controles corresponden al área al inicio del experimento v/s el área al final del experimento. Todos los datos corresponden a 15 días de observación.

de perforación entre las tres especies de mitílidos ofrecidas como presa se clasificó la ubicación de la perforación en tres categorías: a) perforación a nivel del umbo, b) perforación entre las valvas y c) perforación en la valva (Fig. 2b.). Para todas las especies el sitio con menor frecuencia resultó ser el umbo. La perforación de las valvas fue muy frecuente para *S. algosus*, para *B. granulata* en cambio fue más frecuente la perforación entre las valvas. Una prueba de Chi cuadrado (Sokal & Rohlf 1981) reveló que estas diferencias son estadísticamente significativas (Chi cuadrado = 24,078, g.l. = 4, $p < 0,001$), sugiriendo que podrían ser dependientes del tipo de presa.

El diámetro de la perforación aumen-

tó desde 173,25 a 841,50 μm en función de la talla del loco, no evidenciándose una reducción en el diámetro a medida que se acerca al tamaño en que la frecuencia de alimentación previa perforación disminuye (Fig. 3). El mejor ajuste obtenido para la relación entre el tamaño del loco y el diámetro de la perforación es del tipo exponencial para los tres tipos de presas. Un análisis de covarianza mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las pendientes, pero sí en los interceptos entre los tres tipos de presas (Sokal & Rohlf, 1981; $F = 16589,2$; g.l. = 2,69; $p < 0,001$). El menor intercepto y la mayor pendiente se observó para *S. algosus*.

DISCUSION

Los datos obtenidos en el experimento de preferencia alimentaria demuestran que *C. concholepas* selecciona entre las presas que le fueron ofrecidas, constituyendo *S. algosus*, *P. purpuratus*, *B. granulata* y *B. laevis* un grupo de presas altamente preferidas mientras que los briozoos y los espiróbridos no constituyen un ítem importante en la dieta. En trabajos anteriores (Castilla et al. 1979; Gallardo 1979; Gulsado & Castilla 1983) se había registrado que los juveniles de *C. concholepas* aparecen asociados a sustratos con mitílidos y cirripedios, organismos que junto a briozoos y espiróbridos aparecían como probables presas para esta etapa. A la luz de la información obtenida en el presente estudio, pode-

mos afirmar que la alta frecuencia de juveniles de *C. concholepas* en sustratos con mitílidos y cirripedios podría deberse a selectividad dietaria. La anterior información es relevante aún considerando las restricciones que tienen los experimentos de laboratorio. Gulsado & Castilla (1983) destacan que en terreno es difícil realizar observaciones de consumo de presas por juveniles de *C. concholepas*, en parte por los hábitos de alimentación nocturnos de esta especie y por la dificultad de observar el consumo directo de presas por depredadores de pequeño tamaño.

Las diferencias en el grado de preferencia encontradas en nuestro experimento podrían atribuirse a diferencias

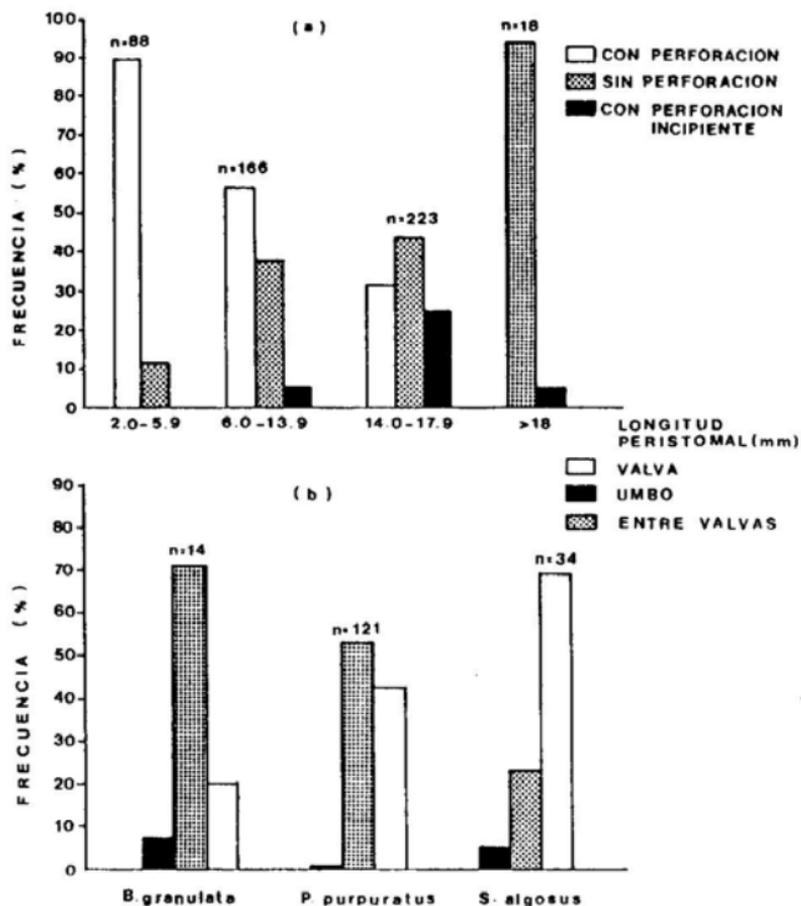


Fig. 2. Consumo de mitílidos por *C. concholepas*. (a) Mecanismos de acceso a la presa en función de la longitud peristomal. El alto de cada barra representa el porcentaje de presas consumidas a través de cada mecanismo dentro de cada categoría de tamaño de *C. concholepas*. Sobre cada barra se detalla el total de presas consumidas para cada categoría, en 3 meses de observación. (b) Ubicación de la perforación en relación al tipo de presa. Cada barra representa el porcentaje de perforación en cada categoría (úmbo, entre valvas y en las valvas) con respecto al total de presas consumidas de cada especie.

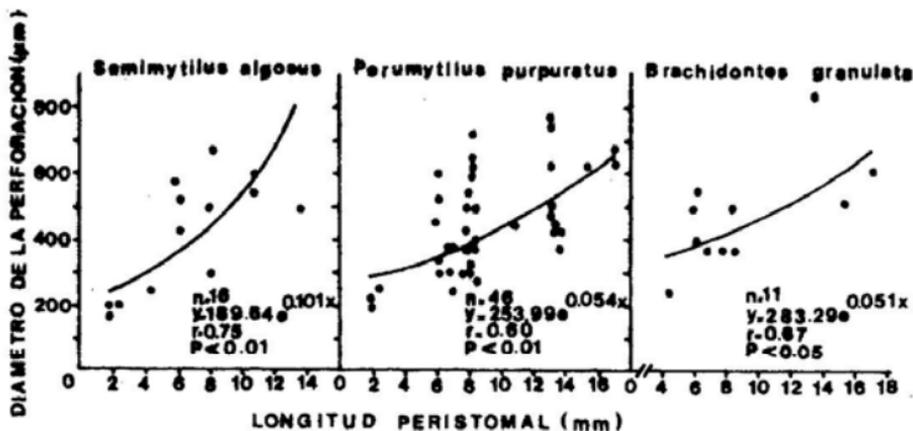


Fig. 3. Relación entre el diámetro de la perforación y la longitud peristomal de *C. concholepas* para las tres especies de mitélidos estudiadas.

en calidad del alimento entre los distintos tipos de presas. Palmer (1983) encontró que *Thais lamellosa* (Gmelin), *Thais emarginata* (Deshayes) y *Thais canaliculata* (Duclos) presentaban distintas tasas de crecimiento en función del tipo de presa y del tamaño de ésta. Es probable que *C. concholepas* realice una elección basada en diferencias entre calidad de las distintas presas, seleccionando aquellas que le aporten un mayor retorno energético. Este último punto deberá ser abordado en futuros experimentos. Por otro lado, el hecho que los ejemplares de 2,0 a 5,9 mm hallan consumido los mitélidos en la proporción en que le fueron ofrecidos, sugiere que en individuos postmetamórficos el consumo sería más dependiente de la frecuencia de encuentros con los distintos tipos de presas que de un

patrón de preferencia específico. Sería interesante realizar estudios tendientes a comprobar si la preferencia por *S. algeus* se aprende durante la ontogenia y si se producen condicionamientos ingestivos, que podrían afectar la posterior selección de presas, como ha sido demostrado para otros invertebrados (Wood 1968; Castilla 1972).

El uso de distintos mecanismos de alimentación para un mismo tipo de presa en función de la talla de *C. concholepas* permite plantear algunas hipótesis para explicar este cambio: (a) El cambio de mecanismo de alimentación podría ser explicado por la atrofia de alguna glándula implicada en el fenómeno. Carriker & Van Zandt (1972) y Carriker (1981) describen para otros

muricidos la existencia de un órgano accesorio implicado en la perforación (ABO), el que junto con la rádula es responsable de la perforación de la presa. Con la finalidad de determinar si este es el mecanismo que explica la pérdida de la capacidad de perforar en *C. concholepas* es necesario realizar estudios histológicos que den cuenta de la existencia de esta glándula en individuos menores de 18 mm de longitud peristomal y de su ausencia en individuos de mayor talla. (b) Este cambio podría también ser explicado por un cambio enzimático asociado a la secreción glandular. Carriker (1981) describe que ABO secreta una sustancia ácida rica en agentes quelados que probablemente estén involucrados en la perforación. Un cambio en el tipo de sustancia secretada por *C. concholepas* durante la ontogenia podría también dar cuenta de la pérdida de la habilidad de perforar. (c) Otra explicación alternativa se refiere a que este cambio se deba a restricciones biomecánicas de acceso a la presa por parte del depredador, expresada en la relación fuerza de cierre de la valvas v/s la fuerza que puede ejercer *C. concholepas* para abrirlas. De este modo, es posible que este cambio de mecanismo de alimentación pueda deberse a que, para las tallas pequeñas, la fuerza que un chorrito puede ejercer por unidad de peso para cerrar las valvas, sea mayor que la posible de ejercer por un loco de talla similar para abrirlas, siendo necesario entonces que el juvenil de *C. concholepas* perfore, ya que por el otro mecanismo no podría acceder a la presa. Palmer (1990) destaca la importancia de considerar la relación de tamaños entre depredador y presa como determinante del éxito o fracaso en el

acceso a la presa y como esta relación puede expresarse en cambios conductuales por parte del depredador. Respecto a la elección del sitio de perforación, ésta fue dependiente del tipo de presa, lo que probablemente se deba a diferencias en grosor de las conchas entre las tres especies de mitílidos.

El crecimiento continuo del diámetro de la perforación, no descarta la posibilidad de que existan restricciones mecánicas para que la proboscis de individuos de *C. concholepas* mayores a 18 mm de longitud peristomal penetre por este orificio. McGraw & Gunter, fide Carriker (1981) describen que *Thais haemastosa* (Gray) realiza una perforación tan pequeña que la proboscis no puede penetrar al bivalvo por este orificio, sin embargo, estos autores describen que *T. haemastosa* es capaz de inyectar una toxina que paraliza a la presa y hace que esta finalmente se abra. El determinar la relación entre el diámetro de la perforación y la proboscis es un punto para futuras investigaciones. El hecho de que la relación entre la longitud peristomal de *C. concholepas* y el diámetro de la perforación de las valvas de tres especies de mitílidos difiera a nivel de los interceptos sugiere que la especie presa afectaría el diámetro de la perforación, probablemente debido a diferencias en grosor de la concha.

Como conclusión, es posible mencionar que la información aportada por el presente trabajo sobre preferencias alimentarias en ejemplares postmetamórficos y juveniles de *C. concholepas* resulta relevante tanto para la mantención de individuos en sistemas de acuac-

rio para entender la ecología trófica de la especie. De los resultados presentados emergen una serie de preguntas conducentes a: a) aclarar si los animales postmetamórficos presentarían una dieta carnívora estricta o no, ya que existen antecedentes en la literatura que indican que en esta etapa serían herbívoros (Di Salvo 1988); b) determi-

nar el porque se produce el cambio de mecanismos de alimentación en animales mayores de 14 mm de longitud peristomal y c) determinar en que medida la relación de tamaño entre el depredador y la presa afectan el mecanismo de acceso a esta última así como la elección del sitio de la perforación.

Tabla 1. Rangos de tamaño (mm) y número de presas (n) de cada especie ofrecidas a cada ejemplar de *C. concholepas* en el experimento de preferencia. T1 a T4 categorías de talla de *C. concholepas* (mm), ver texto para mayores detalles referentes a los rangos de tamaños. Los cirripedios fueron separados en tallas utilizando el diámetro de la apertura rostro-carinal. El tamaño de los mitílidos fue determinado utilizando el largo antero-posterior de la concha. A cada ejemplar de *C. concholepas* de la tallas T1 a T3 se les ofreció un número igual de las tres especies de mitílidos (*S. algosus*, *P. purpuratus* y *B. granulata*). A los locos de la talla T4 se les ofreció sólo las dos primeras especies de mitílidos como presa. El tamaño de la presa fue determinado utilizando la ecuación de la fig. 1 de Castilla et al. (1979).

Talla de *Concholepas concholepas* (mm)

	T1 (2 - 5,9)	T2 (6 - 9,9)	T3 (10 - 19,9)	T4 (20 - 30)
<i>B. laevis</i>	1 - 1,9	1 - 1,9	2 - 2,9	3 - 3,9
(n)	8	14	10	5
Mitílidos	1 - 5,0	5,1 - 8,0	8,1 - 15,0	15,1 - 24,5
(n)	5	10	5	5

TABLA. 2. Resumen de los análisis de frecuencia (Prueba G de bondad de ajuste, Sokal & Rohlf 1981) realizados para los consumos de las presas ofrecidas para cada talla (mm) de *C. concholepas*.

S= *S. algeus*, P= *P. purpuratus*, Bg= *B. granulata*, Bl= *B. laevis*,
 Br= briozoos, E= espirórbidos, P= probabilidad; ** = $p < 0,01$;
 *** = $p < 0,001$, gl = grados de libertad.

Talla de <i>C. concholepas</i>	Grado de preferencia	Valor G	P	gl
T1 (2,0-5,9)	P>S>Bg>Bl>Br>E	11,63	**	5
T2 (6,0-9,9)	S>Bl>P>Bg>Br>E	60,24	***	5
T3 (10,0-19,9)	S>P>Bg>Bl>Br>E	28,32	***	5
T4 (20,0-30,0)	S>P>Bl>Br>E	91,04	***	4

AGRADECIMIENTOS: Los autores agradecen a Ivonne Azolas y Paula Cepeda por la ayuda prestada en terreno y en el laboratorio, a Alejandro Abarca por sus comentarios, a Macarena Vargas por la ayuda prestada en la redacción de este escrito y a todos los amigos de ECIM. Juan Carlos Castilla y un revisor anónimo hicieron importantes contribuciones a la versión final del manuscrito. Este trabajo fue financiado por el Proyecto FONDECYT 3503/89.

LITERATURA CITADA

- Castilla, J.C. 1972. Responses of *Asterias rubens* to bivalve prey in a Y-maze. *Marine Biology* 12 (3): 222-228.
- Castilla, J.C. & Ch. Guisado. 1979. Conducta de alimentación nocturna de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). *Biología Pesquera* (Chile) 12: 125-130.

- Castilla, J.C., Ch. Guisado & J. Cancino. 1979. Aspectos ecológicos y conductuales relacionados con la alimentación de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). *Biología Pesquera* (Chile) 12: 99-114.
- Carriker, M.R. 1981. Shell penetration and feeding by naticans and muricean predatory gastropods: a synthesis. *Malacología* 20 (2): 403-422.
- Carriker, M.R. & D. Van Zandt. 1972. En: H.E. Wins & B. L. Olla Eds. Behavior of marine animals. Vol. 1, Chapter 5: 157-244. Plenum Publishing Corporation.
- Di Salvo, L. 1988. Observations of the Larval and Post-Metamorphic Life of *Concholepas concholepas* (Bruguiere 1789) in Laboratory Culture. *The Veliger* 30 (4): 358-368.
- Gallardo, C. 1979. El ciclo vital del muricidae *Concholepas concholepas* y consideraciones sobre sus primeras fases en el bentos. *Biología Pesquera* (Chile) 12: 79-89.
- Guisado, Ch. & J.C. 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.
- Landerberg, D. 1968. Studies on selective feeding in the pacific starfish *Pisaster* in Southern California. *Ecology* 49 (6): 1062-1075.
- Palmer, A.R. 1983. Growth rate as a measure of food value in thaidid gastropods: assumptions and implications for prey morphology and distributions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 73: 125-150.
- Palmer, A.R. 1990. Predator size, prey size and the scaling of vulnerability: hatchling gastropods v/s barnacles. *Ecology* 71 (2): 759-775.
- Sokal, R. & F.J. Rohlf. 1981. *Biometry*. 859 pag. Freeman and Company.
- Wood, L. 1968. Physiological and ecological aspects of prey selection by the marine gastropod *Urosalpinx cinerea* (Prosobranchia: Muricidae). *Malacología* 6: 267-320.