

ASPECTOS ECOLOGICOS Y CONDUCTUALES RELACIONADOS  
CON LA ALIMENTACION DE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*  
(MOLLUSCA : GASTROPODA : MURICIDAE)

J.C. CASTILLA, CH. GUIADO y J. CANCINO \*

RESUMEN

El murícido *Concholepas concholepas* (Bruguère) conocido en Chile como loco, es actualmente uno de los moluscos comerciales más valiosos del país. El presente trabajo representa uno de los primeros intentos para comprender la conducta alimentaria del loco y los elementos fundamentales de la historia de vida de la especie. En la historia de vida post-capsular de *C. concholepas* se pueden distinguir cuatro etapas: 1) larva pelágica, 2) asentamiento y juveniles, 3) juveniles avanzados y adultos intermareales, 4) adultos sublitorales. Se presentan los principales ítem alimentarios para cada una de las etapas bentónicas. Se describe por primera vez la conducta alimentaria de la especie y se postula una estrategia alimentaria conducente a saciedad con períodos de alimentación activa y de reposo. La cantidad de alimento, cirripedios y choritos, consumidos por el loco durante períodos de alimentación activa, representan el 4.6 - 5.98% del peso del cuerpo del animal por día. Cuando se computan períodos de alimentación extensos, activos e inactivos, los porcentajes decrecen 10 a 20 veces. Experimentos de laboratorio demuestran una selección del tamaño de las presas, *Perumytilus purpuratus* (Lamarck), por parte de locos de diferentes tamaños.

Se describen 6 mecanismos conductuales para la obtención e ingestión de presas por *C. concholepas*: 1) remoción mecánica (buldozing) y succión, 2) acción mecánica y succión, 3) envoltura, apertura y succión, 4) envoltura y succión, 5) perforación y succión y 6) acorralamiento, ruptura y succión.

ECOLOGICAL AND BEHAVIOURAL CONSIDERATIONS RELATED TO THE FEEDING  
OF *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS* (MOLLUSCA : GASTROPODA : MURICIDAE)

ABSTRACT

The muricid *Concholepas concholepas* (Bruguère), known in Chile as loco, is currently one of the country most valuable mollusc. The present work is a first attempt to understand the feeding behaviour and the basic facts about the life history of the species. Within the post-capsular life history of *C. concholepas* it is possible to recognize 4 stages: 1) pelagic larvae, 2) settlement and juvenils, 3) advanced juvenils and intertidal adults, 4) subtidal adults. The main prey item for each of the benthic stages are presented. The feeding behaviour of *C. concholepas* is described for the first time. A peculiar satiation-aimed feeding strategy, with active and inactive feeding periods, is described. The food, barnacles and bivalves, consumed by *C. concholepas* during active periods of feeding amounted for 4.60 - 5.68% of loco's body weight per day. If extensive periods of time (active and inactive feeding periods) are computed, the percentage decreases 10 to 20 times. Laboratory experiments showed that different sizes of locos selected the prey size, *Perumytilus purpuratus* (Lamarck), consumed. Six different behavioural mechanisms in the obtainment and ingestion of preys by locos are described: 1) bulldozing and suction, 2) mechanical action and suction, 3) enveloping, opening and suction, 4) enveloping and suction, 5) boring and suction and 6) smashing and suction.

\* Laboratorio de Zoología. Departamento de Biología Ambiental y Poblaciones. Instituto de Ciencias Biológicas. Casilla 114-D. Santiago - Chile.



## INTRODUCCION

Owen (1966) presenta un resumen del conocimiento alcanzado a esa fecha sobre aspectos relacionados con mecanismos de alimentación, elección y orientación hacia las presas y digestión en la Clase Gastropoda.

Aspectos generales de la alimentación del loco, *Concholepas concholepas* (Bruguière), han sido mencionados por diversos autores (Viviani, 1975; Castilla, 1976; Castilla y Cancino, 1976). La especie, durante su vida bentónica, es un carnívoro voraz de alto nivel trófico. Viviani (1975) lo ha situado como una de las especies clave en el cinturón de *Lessonia nigrescens* Bory de costas rocosas. Castilla y Cancino (1976) han discutido en líneas generales

la dieta de *C. concholepas* que, como otros murícidos (Spight *et al.*, 1974), ingiere de preferencia bivalvos y cirripedios, pero en este caso además ascidias. DuBois *et al.* (en prensa) han aportado datos sobre la alimentación de la especie en ambientes sublitorales. No obstante, a la fecha existe escaso conocimiento, científicamente fundado, sobre los tipos de presa que consume este gastrópodo durante su vida. No se cuenta con datos cuantitativos sobre consumo de presas en cautiverio o en ambiente controlado de laboratorio, selección de tamaño en las presas consumidas o mecanismos de obtención e ingestión de tales presas. La estrategia alimentaria del loco no ha sido estudiada. En el presente trabajo se investigan estos problemas.

## MATERIALES Y METODOS

Las observaciones y experimentos de terreno fueron realizados entre 1973 y 1977 en las siguientes localidades: Punta El Lacho (Las Cruces: 33°30' S.; 71°38' W., Los Molles: 32°15' S.; 71°33' W., Bahía La Herradura (Coquimbo): 29°58' S.; 71°22' W. y Caleta Hornos: 29°37' S.; 71°20' W.

En base a conocimiento previo de localización espacial y distribución de las poblaciones de *C. concholepas* en los roqueríos éstas fueron divididas en tres grupos. 1) Poblaciones recién asentadas y locos juveniles hasta ca. 30 - 40 mm longitud máxima del peristoma. Las observaciones se realizaron en las dos primeras localidades mencionadas arriba. 2) Poblaciones intermareales de juveniles avanzados y adultos, entre ca. 40 - 70 mm. Las observaciones se realizaron en Los Molles. 3) Poblaciones de adultos submareales, sobre 70 - 80 mm longitud máxima. Las observaciones tuvieron lugar en las dos últimas localidades mencionadas arriba. En todos los casos los experimentos y observaciones se realizaron en poblaciones naturales, con excepción de las conducidas en Bahía La Herradura y Caleta Hornos (DuBois, *et al.*, en prensa) en poblaciones de locos sublitorales (7 - 12 m). En estos casos poblaciones de locos de tamaños sublitorales fueron artificialmente introducidas en rocas sumergidas de fácil acceso desde la costa durante todo el año. La moda de la población de Caleta Hornos fue de 105 mm longitud máxima de peristoma y la de Bahía La Herradura de 95 mm.

El criterio utilizado para investigar los ítem alimentarios utilizados por los locos de todas las po-

blaciones fue el desprendimiento cuidadoso del animal y constatación de la presa bajo ataque. Se utilizaron los siguientes indicadores: conchas vacías o en proceso de ingestión; remoción mecánica de presas y espacios vacíos en la zona de la boca o dientes de la concha del loco; activa acción destructiva de la proboscis o presa claramente asida por el propodio y orientada hacia la boca del loco.

Todos los tamaños de *C. concholepas* mencionados en el texto se refieren a la longitud máxima del peristoma (mm) medida desde el borde más externo del canal sifonal.

Las observaciones y experimentos de laboratorio se realizaron en Santiago en un laboratorio con agua de mar recirculada (Castilla y Cancino, 1976) y en Reñaca (Valparaíso) en un laboratorio de agua de mar circulante. En ambos laboratorios se mantuvieron condiciones de máxima aireación del agua, intensidades luminosas como las descritas por Castilla y Cancino, 1976 y temperaturas del agua de aproximadamente 12 - 13°C.

En el laboratorio de Santiago se realizaron observaciones de larvas (post eclosión capsular) obtenidas de posturas de locos en el mismo laboratorio o a partir de cápsulas de locos (Castilla y Cancino, 1976) recolectadas en el terreno. La alimentación de estas larvas se basó exclusivamente en el alga *Tetraselmis suecica* (Kylin) Butcher. En este mismo laboratorio se realizaron experimentos de consumo de presas, *Perumytilus purpuratus* (Lamarck), por grupos de 2 - 3 locos mantenidos en acuarios de vidrio de 6 l de capacidad o locos aislados en

pailas de vidrio de 2 l. La oferta de presas fue de 6 choritos maicos *P. purpuratus* por loco y se mantuvo constante por reemplazos cada 24 h de las presas consumidas. Los experimentos tuvieron entre 520 - 792 días de duración. Se calcularon tasas diarias y mensuales de consumo de *P. purpuratus*. Los experimentos realizados en pailas se utilizaron además para estudiar las estrategias de consumo o ritmos alimentarios de *C. concholepas* en plazos de tiempo extensos. Adicionalmente, en los acuarios de vidrio se realizaron experimentos de selección de tamaño de presa, *P. purpuratus*, por parte de locos de diferentes tamaños. Se utilizaron locos entre 15 - 66 mm y los largos máximos de presas fluctuaron entre 9 - 36 mm. La oferta de distintos tamaños de presas fue mantenida constante por reemplazo diario de aquellas ingeridas por otras de igual tamaño. Los experimentos se extendieron por 1.5 - 2 meses.

En el laboratorio de Reñaca, en acuarios de vidrio de 10 l y con grupos de 10 locos por acuario, se observó la estrategia de consumo de presas, *P. purpuratus*. Los experimentos se extendieron por 38 días con reemplazo diario de las presas consumidas por los locos. La oferta de presas se mantuvo constante en 35 *P. purpuratus* por acuario. Los resultados se transformaron a Índices de Con-

sumo Diario, estableciéndose como 1 el índice máximo (= consumo de los 35 *P. purpuratus* por los 10 locos en un día).

En este laboratorio y utilizando los mismos acuarios se ofreció a los locos otros tipos de presas: a) cirripedios, *Chthamalus cirratus* Darwin en piedras recolectadas desde la zona intermareal de Reñaca. Los cirripedios fueron contados previo el inicio del experimento y el consumo calculado por diferencia de cirripedios restantes en las piedras luego de 1 - 7 días de exposición a los locos. Los locos fueron utilizados en condiciones de reciente alimentación (= sin hambrear) y hambreados entre 1 - 7 días. Se calcularon las tasas de consumo diarias.

b) *Collisella* sp., se ofrecieron como presas 36 de estos gastrópodos manteniendo la oferta constante por reemplazo diario de las consumidas. Los tamaños de *Collisella* sp. fluctuaron entre 25 - 35 mm de diámetro máximo; los locos entre 59.7 y 96 mm. Los experimentos se extendieron por 3.5 a 4 días. Se calcularon las tasas diarias de consumo.

Todos los organismos marinos utilizados en los experimentos de laboratorio en Santiago o Reñaca, fueron recolectados en Reñaca o Los Molles desde el intermareal rocoso, el cinturón de *L. nigrescens* o desde el sublitoral hasta 2 - 3 m de profundidad.

## RESULTADOS

### ETAPAS DE LA VIDA DE *C. CONCHOLEPAS* E ÍTEM ALIMENTARIOS EN LA NATURALEZA.

La alimentación de *C. concholepas* y utilización de diferentes recursos contempla, por lo menos, 4 etapas ecológicas que están relacionadas con su historia de vida post - capsular. Analizaremos la historia de vida del loco y su alimentación.

Etapa 1. Larva pelágica: De duración aún incierta, en todo caso, superior a 30 - 35 días. La especie presenta una larva véliger filtradora con un velo bilobulado bien desarrollado. Durante los primeros 15 a 20 días siguientes a la eclosión, la larva muestra gran actividad. No se ha investigado suficientemente este estado larvario desde el punto de vista conductual, de modo que no se conocen los posibles ciclos circadianos de actividad u otros elementos de comportamiento alimentario.

Larvas de *C. concholepas* han sido mantenidas, luego de la eclosión capsular, en el laboratorio de Santiago por 6 - 7 días, alimentándolas con el alga Chlorophyceae *T. suecica*. Durante los primeros 4 días de vida post - capsular existe un incremento del tamaño larvario desde un largo máximo de la

protoconcha (ápice de la protoconcha al borde del peristoma) de ca. 250  $\mu$ , luego de la eclosión, hasta 274  $\mu$ .

Etapa 2. Asentamiento y estados juveniles: Como ha sido establecido recientemente (Gallardo, 1979 y Castilla y Guisado, en preparación) el asentamiento de larvas de loco ocurre preferentemente en la zona intermareal rocosa, sobre las rocas o sobre organismos que ocupan dichos habitats. Nuestras observaciones y recolecciones indican que es posible localizar poblaciones de locos recién asentados sobre los siguientes sustratos: a) Piures, *Pyura chilensis* Molina; b) discos adhesivos de "chascones", *L. nigrescens*; c) rocas o bolones intermareales con abundante fijación de cirripedios (*Balanus* spp.; *Chthamalus* spp.), mitílidos (*P. purpuratus*; *Semimytilus algosus* (Gould)) poliquetos serpúlidos y briozoos.

Sobre estos sustratos se han encontrado juveniles de loco de asentamiento reciente, con protoconchas de  $1.605 \pm 0.024$  mm de longitud máxima (ápice - borde anterior del peristoma), aun con la típica forma caracoleada y un esbozo primario de desarrollo "pateloideo" a partir de la 4ª. y última

espira de la protoconcha. La apertura o longitud máxima del peristoma de un grupo de estos locos analizados (N = 21) es de  $1.712 \pm 0.243$  mm (límites de confianza al 95%). Nuestros estudios poblacionales indican que en estos habitats la mayoría de los locos alcanza tamaños de hasta 35 mm (Castilla y Guisado, en preparación), aunque existen algunos individuos de hasta 60 - 70 mm.

Observaciones de laboratorio realizadas recientemente indican, por otra parte, que hembras de 40.1 mm ya se encuentran reproductivamente maduras.

Nuestras observaciones sobre la alimentación de locos recién asentados o juveniles muestran ataques y consumos de las siguientes presas: *Balanus laevis* Bruguière; *Balanus flosculus* Darwin; *Chthamalus scabrosus* Darwin; *P. purpuratus*; *S.*

*algosus*; *Brachidontes granulata* (Hanley); poliquetos serpúlidos y briozoos. Particularmente notorios resultan los espacios vacíos, en torno a asentamientos masivos de cirripedios, en las superficies inferiores de bolones con poblaciones de locos. En estos espacios se alojan los locos que remueven los cirripedios por el mecanismo de remoción mecánica (buldozing) que se explicará más adelante. Como también se demostrará en una sección posterior, locos de 15 - 25 mm que se encuentran en estos habitats pueden consumir choritos maicos, *P. purpuratus*, de 15 - 25 mm de longitud máxima de valvas.

Etapa 3. Juveniles avanzados y adultos intermareales: Castilla y Cancino (en preparación) han demostrado que poblaciones intermareales de locos,

TABLA 1  
*CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS.*  
PRESAS CONSUMIDAS POR JUVENILES AVANZADOS Y ADULTOS INTERMAREALES.  
LOS MOLLES, HORNOS Y PUNTA EL LACHO  
(1976 - 1977)

PRESAS	Número de observaciones	% del total de observaciones	Longitud media locos (mm)	Abril 1976-Octubre 1977 Localidad
<i>Balanus flosculus</i>	16	40.00	58.98 (s = 11.63)	Los Molles, Hornos
<i>Balanus laevis</i>	7	17.50	50.43 (s = 11.53)	Hornos
<i>Pyura chilensis</i>	5	12.50	54.80 (s = 18.24)	Hornos
<i>Perumytilus purpuratus</i>	3	7.50	32.92 (s = 16.16)	Las Cruces
<i>Tegula atra</i>	2	5.00	61	Los Molles, Hornos
<i>Brachidontes granulata</i>	1	2.50	36.1	Las Cruces
<i>Semimytilus algosus</i>	1	2.50	60.0	Los Molles
<i>Balanus psittacus</i>	1	2.50	52.0	Hornos
<i>Scurria scurra</i>	1	2.50	72.5	Los Molles
<i>Pragmatophoma</i> sp.	1	2.50	54.0	Hornos
<i>Pilumnoides perlatus</i>	1	2.50	108.0	Los Molles
<i>Concholepa concholepa</i>	1	2.50	77.4	Los Molles
TOTAL	40	100.00	$\bar{X} = 55.61$ (s = 16.49)	

**TABLA 2**  
**CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS**  
**CUBIERTA DE ORGANISMOS Y DEPRADACION POR LOCOS**  
**EN ROCA HORNOS (CALETA HORNOS) A 7 - 8 M Y**  
**ROCA KNOWSLEY (LA HERRADURA, COQUIMBO) A 10 - 12 M,**  
**ENTRE SEPTIEMBRE Y NOVIEMBRE 1976.**  
**58 OBSERVACIONES DE LOCOS DEPRADANDO**  
**(Tomada de DuBois *et al.*, en prensa)**

ORGANISMOS	Cubierta estimada (o/o)		Depredación por locos (o/o)	
	Roca Hornos	Roca Knowsley	Roca Hornos	Roca Knowsley
<b>PRESAS:</b>				
<i>Balanus psittacus</i>	7	30	22	34
<i>Balanus laevis</i>	5	5	39	66
<i>Verruca sp.</i>	1	—	5	—
<i>Pyura chilensis</i>	25	1	34	—
<b>INCRUSTANTES:</b>				
Lithothamnioid algae	} 51	} 50		
Serpulidae				
<i>Bugula neritina</i>				
<i>Bugula flabellata</i>				
"cubierta de algas"				
<b>MOVILES:</b>				
<i>Tegula tridentata</i>	} 5	} 9		
<i>Nassarius gayi</i>				
<i>Prione rude</i>				
<i>Calyptraea trochiformis</i>				
<i>Crepipatella dilatata</i>				
<i>Concholepas concholepas</i>				
<i>Tetrapigus niger</i>				
Roca desnuda	6	5		

en paredones rocosos, sobre, en e inmediatamente por debajo del cinturón de *L. nigrescens* muestran una zonación de tamaño ubicándose los animales más pequeños sobre el límite superior del cinturón de *L. nigrescens*. En este cinturón la moda de tamaño de los locos es de aproximadamente 60 mm. Los individuos de 100 o más milímetros son poco frecuentes. Las poblaciones descritas en esta etapa han sido estudiadas con respecto a las presas o ítem alimentarios que utilizan. La Tabla 1 ilustra el resultado de 40 observaciones directas realizadas en diferentes localidades intermareales entre abril 1976 y octubre 1977. A pesar de la diversidad de presas observadas, *B. flosculus*, *B. laevis* y *P. chilensis* fueron las preferidas.

La Tabla 1 incluye, además, una observación directa de canibalismo.

En una situación ecológica estuarial, desemboadura del río Ligua en la V Región de Chile, detectamos una población de locos intermareales que se alimenta preferentemente del chorito *S. algaus*. En todos los casos observados en la zona intermareal o cinturón de *L. nigrescens*, es posible reconocer que el loco ocupa grietas o concavidades en la roca, o situaciones de relativa protección con respecto al embate de la ola (i.e. en torno a los discos de *L. nigrescens* o en espacios vacíos producidos por la remoción de *P. purpuratus* o *S. algaus*).

Etapa 4. Adultos submareales: DuBois *et al.* (en

prensa) han discutido la depredación e ítem alimentarios de *C. concholepas* en dos localidades submareales: Bahía La Herradura (Knowsley rock) con una moda poblacional de 95 mm y Caleta Hornos, con una moda poblacional de 105 mm. La Tabla 2 (tomada de DuBois *et al.*, en prensa) muestra los resultados. Las únicas presas consumidas por *C. concholepas* en los sitios experimentales mencionados fueron cirripedios y piures. Los resultados muestran que los locos estudiados en ambas localidades presentan una preferencia por *B. laevis*. Por otra parte, observaciones con equipo de buceo autónomo en bancos de *P. chilensis* y localidades con gran densidad de *Balanus psittacus* (Molina) indican que el loco puede concentrar su alimentación casi exclusivamente en dichos recursos.

Observaciones más aisladas también demuestran la depredación del loco sobre crustáceos submareales, i.e. *Homalaspis plana* (Milne Edwards), *Cancer plebejus* Poepig, bivalvos como *Mytilus edulis chilensis* Hupe, y almejas. Ocasionalmente se le ha observado actuar como carroñero sobre crustáceos y peces muertos.

#### CONSUMO DE PRESAS POR *C. CONCHOLEPAS* EN EL LABORATORIO.

Para determinar el consumo de presas se realizaron 3 tipos de observaciones en laboratorio:

1. *Chthamalus cirratus*: Los experimentos se realizaron en Reñaca ofreciendo a los locos cantida-

TABLA 3

*CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*.  
CONSUMO DE CIRRIPIEDIOS, *CHTHAMALUS CIRRATUS*,  
OFRECIDOS EN TROZOS DE PIEDRAS A LOCOS HAMBREADOS  
Y SIN HAMBREAR EN LABORATORIO DE REÑACA.  
 $\bar{X}$  TASA CONSUMO LOCOS HAMBREADOS = 12.28;  
 $\bar{X}$  TASA CONSUMO LOCOS SIN HAMBREAR = 11.31 ( $t_{0.05} = 0.56$ ).  
EXPERIMENTO 5 NO COMPUTADO EN LAS TASAS PROMEDIO

Nº Expto.	Fecha	Nº locos	Rango longitud locos (mm)	Nº días hambreados	Nº días observación	Nº cirripedios proporcionados	Tasa consumo cirrip/ loco/día
1	Feb/73	10	59.7 - 96.0	7	7	1.200	10.56
2	Feb/73	10	59.7 - 96.0	7	7	1.200	14.00
3	Feb/73	10	59.7 - 96.0	0	7	1.200	11.59
4	Feb/73	10	59.7 - 96.0	0	7	1.200	11.03
5	Feb/73	1	60.5	0	1	180	42.00

des conocidas de cirripedios *Ch. cirratus* adheridos a piedras recolectadas desde la zona intermareal inmediatamente antes del experimento. La Tabla 3 muestra los resultados. La tasa máxima de consumo correspondió a 42 *Ch. cirratus* por día (experimento 5) lo que equivale aproximadamente a 1.4 gr de peso húmedo de cirripedio (partes blandas). Este valor corresponde a un consumo de 5.98% del peso del cuerpo del loco (loco de 60.5 mm con 22.92 gr peso húmedo, partes blandas).

Las tasas de consumo promedio diarias entre individuos hambreados por 7 días y sin hembraer no son significativamente distintas y representan aproximadamente 0.37 - 0.34 gr peso húmedo de

niendo la oferta de alimento constante (36 *Collisella* sp. diarias). En todos los experimentos se utilizaron 10 locos y las limitaciones de interpretación para la situación anterior son válidas también en este caso. La Tabla 4 muestra los resultados. Los locos previamente hambreados mostraron tasas de consumo diario similares de 0.68 y 0.65 *Collisella*/loco/día, correspondientes a 0.18 - 0.25 gr peso húmedo de *Collisella*/loco/día (partes blandas). Para los locos no hambreados, la tasa de consumo diaria fue inferior.

3. *Perumytilus purpuratus*: Los 9 experimentos realizados en Santiago, por largos períodos de

<p style="text-align: center;">TABLA 4</p> <p style="text-align: center;"><i>CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS.</i></p> <p style="text-align: center;">CONSUMO DE <i>COLLISELLA</i> SP. POR LOCOS HAMBREADOS Y SIN HAMBREAR EN LABORATORIO DE REÑACA OFERTA DE PRESAS MANTENIDA CONSTANTE POR REEMPLAZO CADA 24 H DE LAS CONSUMIDAS</p>							
Nº Expto.	Fecha	Nº locos	Rango longitud locos (mm)	Nº días hambreados	Nº días observación	Nº <i>Collisella</i> sp. proporcionadas	Tasa consumo <i>Collisella</i> /loco/día
1	Feb/73	10	59.7 - 96.0	7	4	36	0.68
2	Feb/73	10	59.7 - 96.0	0	3.5	36	0.46
3	Feb/73	10	59.7 - 96.0	9	4	36	0.65

cirripedio diario. Como se podrá comprobar más adelante, la peculiar estrategia de alimentación del loco, (estrategia conducente a saciedad) hace de difícil interpretación los resultados de consumo de alimento promedio diario por loco; especialmente si los resultados son producto de observaciones realizadas en varios locos y durante varios días, pues las condiciones fisiológicas de ellos pueden ser muy distintas.

2. *Collisella* sp. Los experimentos se realizaron en las condiciones del anterior, con la diferencia que diariamente los gastrópodos consumidos fueron reemplazados por frescos de igual tamaño, mante-

tiempo (520 - 792 días), tuvieron el doble objetivo de estudiar tasas de consumo de este chorito durante plazos extensos y eliminar el factor de diferencias individuales en grupos de locos. Para esto se utilizaron números reducidos de locos por acuario o locos individuales. La Tabla 5 muestra los resultados. Las tasas mensuales de consumo fluctuaron entre 8.24 y 15.23 choritos por loco. Las tasas diarias fluctuaron entre 0.27 y 0.50 choritos por loco, con un promedio de 0.42. Este promedio diario corresponde a ca. 0.25 gr peso húmedo de *P. purpuratus* (partes blandas).



TABLA 5  
*CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS.*  
 CONSUMO DE *PERUMYTIUS PURPURATUS* POR EXTENSOS PERIODOS  
 DE TIEMPO EN EL LABORATORIO DE SANTIAGO  
 OFERTA DE PRESAS MANTENIDA CONSTANTE  
 POR REEMPLAZO CADA 24 H DE LAS CONSUMIDAS

Experimento	Fecha	Nº locos	Sexo	Longitud máxima locos (mm)	Nº días observación	Nº choritos proporcionados por día	Tasa mensual de consumo por loco	Tasa diaria de consumo por loco
Paila 1	Nov/74-Dic/76	1	♀	92.9	792	6	13.15	0.43
Paila 2	Nov/74-Mar/76	1	?	89.4	520	6	15.18	0.50
Paila 3	Nov/74-Mar/67	1	♂	93.0	520	6	12.59	0.41
Paila 4	Nov/74-Mar/76	1	♀	92.5	520	6	13.71	0.45
Paila 7	Nov/74-Mar/76	1	?	88.8	520	6	8.24	0.27
Paila 8	Nov/74-Mar/76	1	♀	92.4	792	6	15.23	0.50
Acuario 1	Dic/74-Oct/76	3	2♀ - 1♂	96.5-97.1-94.1	701	18	13.74	0.45
Acuario 2	Nov/74-Oct/76	2	♀ - ♂	93.8 - 93.2	739	12	11.46	0.38
Acuario 3	Nov/74-Dic/76	2	♀ - ♂	73.4 - 78.1	792	12	12.02	0.40
		$\bar{X}$		90.40	655.11		12.81	0.42
		s					2.14	0.07

#### SELECCION DE TAMAÑO DE PRESAS.

Se realizaron 11 experimentos con 19 locos aislados o en grupos de 2 a 3, utilizando *P. purpuratus* como presa. En total fueron consumidas 119 presas. Los resultados se muestran en la Figura 1. Se observa que ante ofertas de presas de rangos de tamaño similares, los locos de menor tamaño seleccionan los tamaños de presas menores y los locos de mayor tamaño concentran su consumo en las presas de mayor tamaño. La ecuación que describe esta relación es una exponencial de función inversa:  $y = 9.867 \ln x - 12.061$ , donde  $y$  = tamaño de presa. El coeficiente de correlación es  $r = 0.97$ .

#### ESTRATEGIA ALIMENTARIA DE *C. CONCHOLEPAS*

La estrategia alimentaria de una especie es particularmente importante de estudiar para el

cabal conocimiento biológico de la misma. En el acuario de Reñaca se realizaron dos experimentos preliminares, conducidos en forma paralela en dos acuarios de vidrio de 10 l con 10 locos por acuario. *P. purpuratus* fue la presa utilizada. La Figura 2 muestra los resultados luego de 38 días de experimentación. En ambos acuarios se observa una gran similitud en las variaciones de la intensidad de consumo de presas. Los resultados de la Figura 2 han sido transformados en Índices de Consumo Diario. La Figura 3 muestra estos índices. Es posible observar con facilidad que, a pesar de tratarse de acuarios diferentes y de una veintena de individuos, los índices en ambos acuarios se corresponden bien a lo largo del período de experimentación. Los máximos consumos se observan al inicio de los experimentos y hacia la finalización de los mismos.

Con la finalidad de eliminar diferencias individuales entre los locos experimentales dentro de

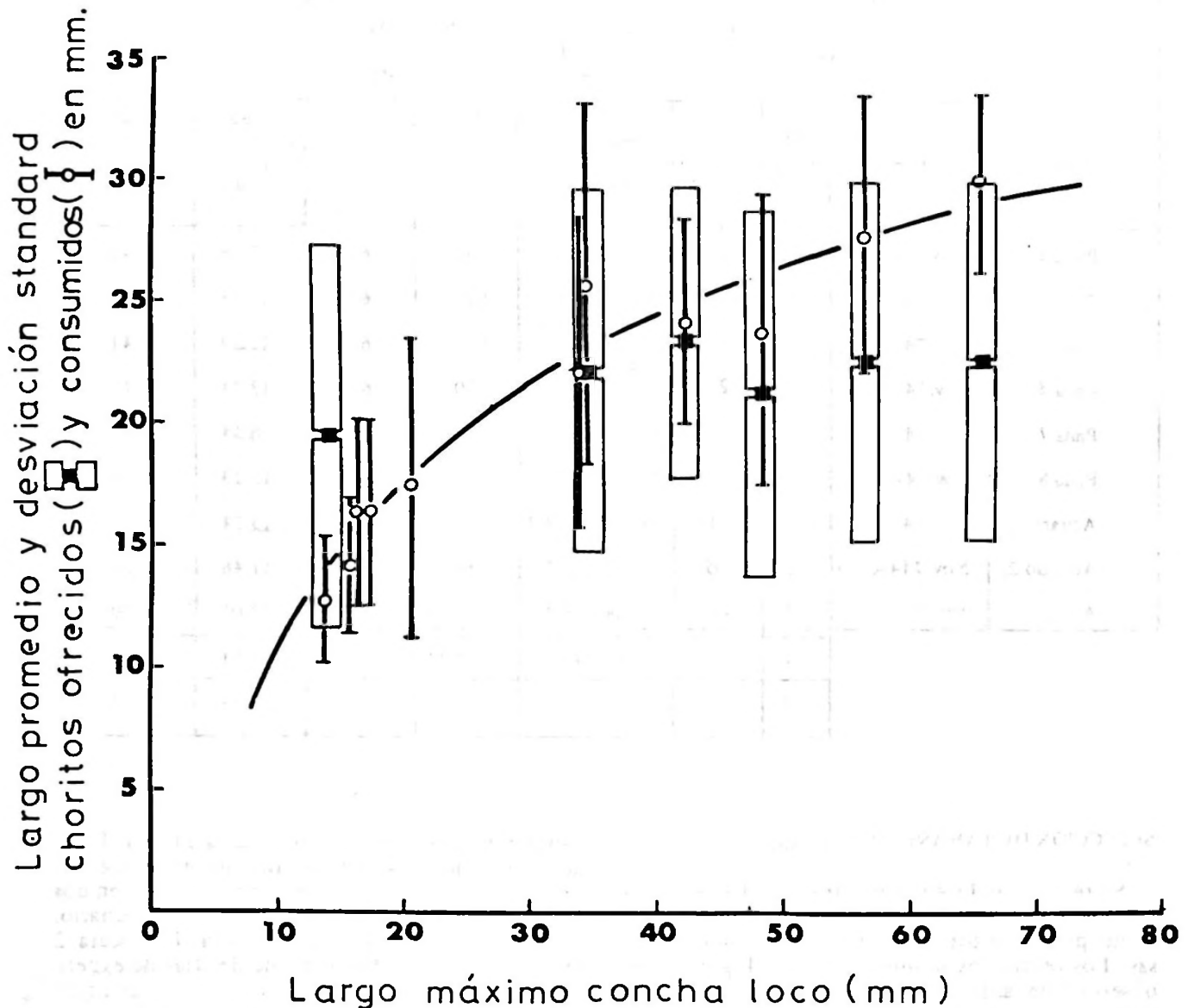


Fig. 1 *Concholepas concholepas*. Selección de tamaños de presas, *Perumytilus purpuratus*, en el laboratorio de Santiago. Locos recolectados en la zona Intermareal y cinturón de *Lessonia nigrescens*. Ecuación de la curva :  $y = 9.867 \ln x - 12.061$ ;  $y =$  tamaño de presa,  $r = 0.97$ .

cada acuario, se realizaron extensos experimentos con locos aislados en el laboratorio de Santiago. Los resultados mostrados por la Figura 4 han sido extractados de los experimentos de consumo diario de *P. purpuratus* por locos aislados en las 6 pailas de vidrio descritas en la Tabla 5. La Figura 4 muestra los consumos diarios de *P. purpuratus* por estos locos a través de ca. 190 días. Los locos consumen sus presas en diferentes cantidades y por un

tiempo de extensión variable (probablemente dependiendo de sus estados fisiológicos), para luego detener el consumo también por lapsos variables. Esta situación es observable a lo largo de todo el experimento, a pesar que hacia el final del mismo los locos consumen menos presas. Análisis de consumo de *P. purpuratus* por locos por ca. 3 años, en las condiciones arriba explicadas, confirman los resultados presentados en la Figura 4.

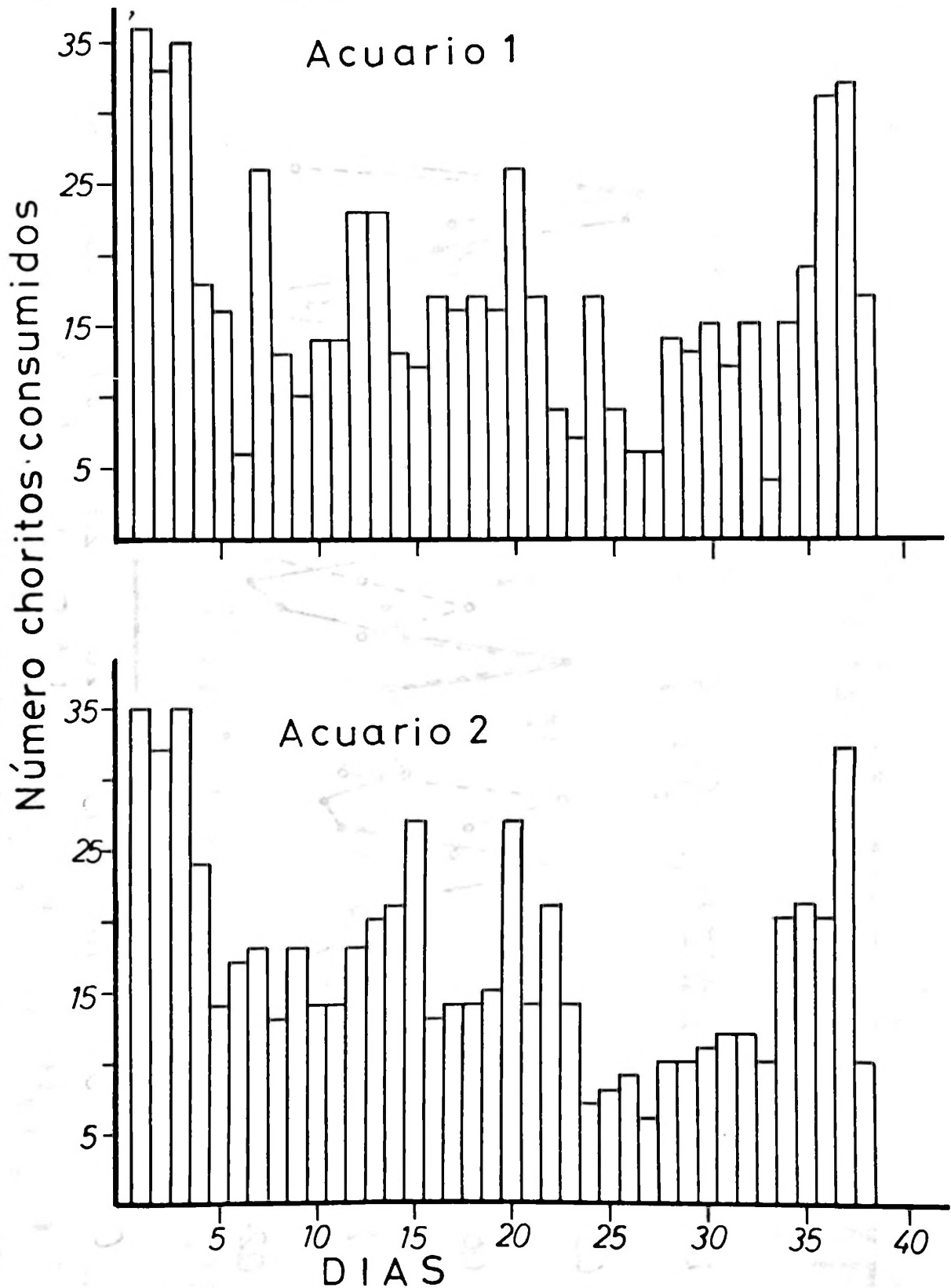


Fig. 2 *Concholepas concholepas*. Número de *Perumytilus purpuratus* consumidos en dos experimentos simultáneos de 38 días (Marzo y Abril 1973) en el laboratorio de Reñaca. Acuarios de vidrio de 10 l, con 10 locos en cada uno (60 - 90 mm) y oferta de 35 presas mantenida constante por reemplazo cada 24 h de las consumidas.

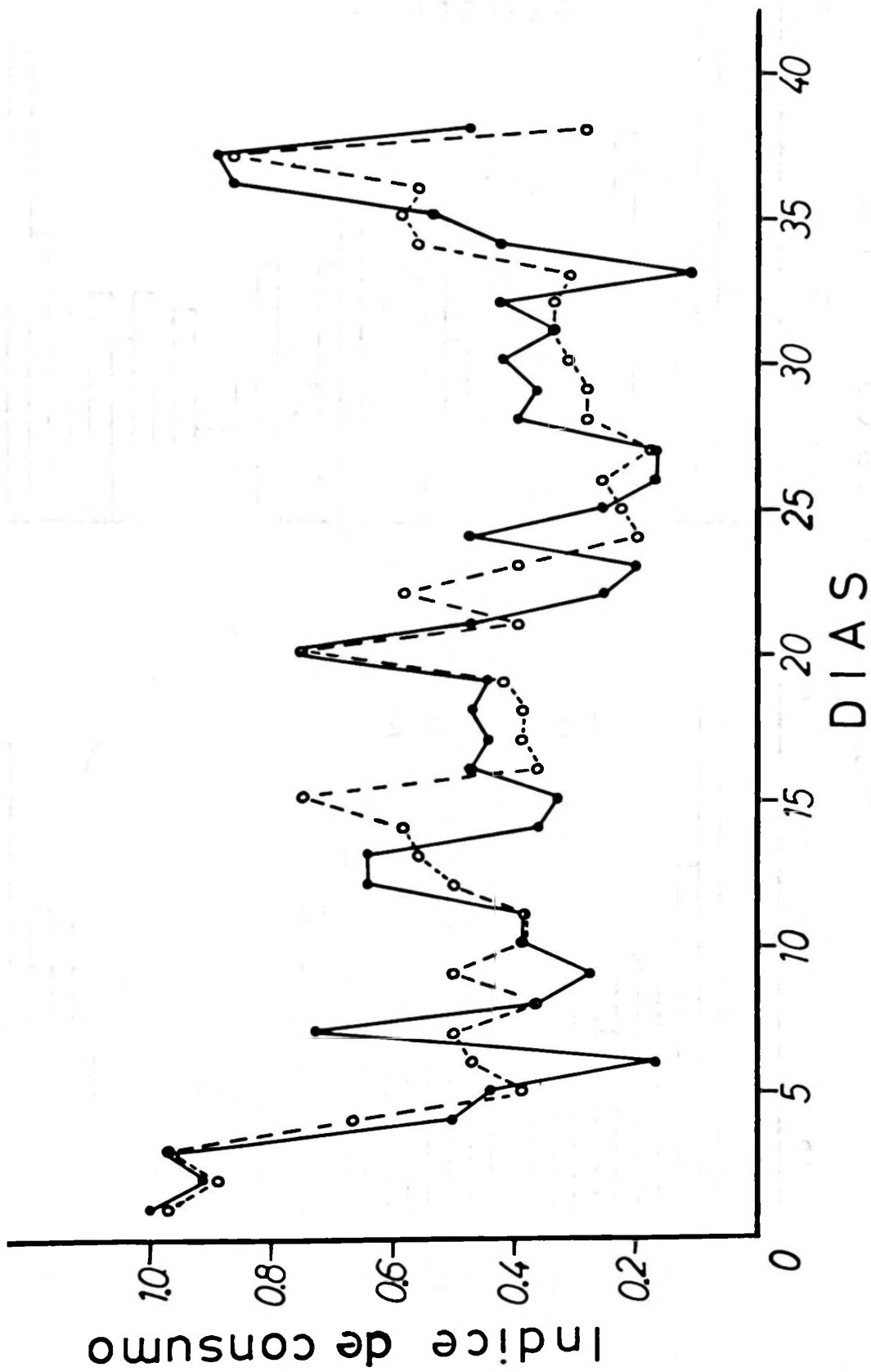


Fig. 3 *Concholepas concholepas*. Índices de consumo diario de *Perumytilus purpuratus* en dos experimentos simultáneos de 38 días (datos tomados de la Figura 2). Valor máximo día Índice = 1, significa consumo de las 35 presas por 10 locos de un acuario en 24 h.

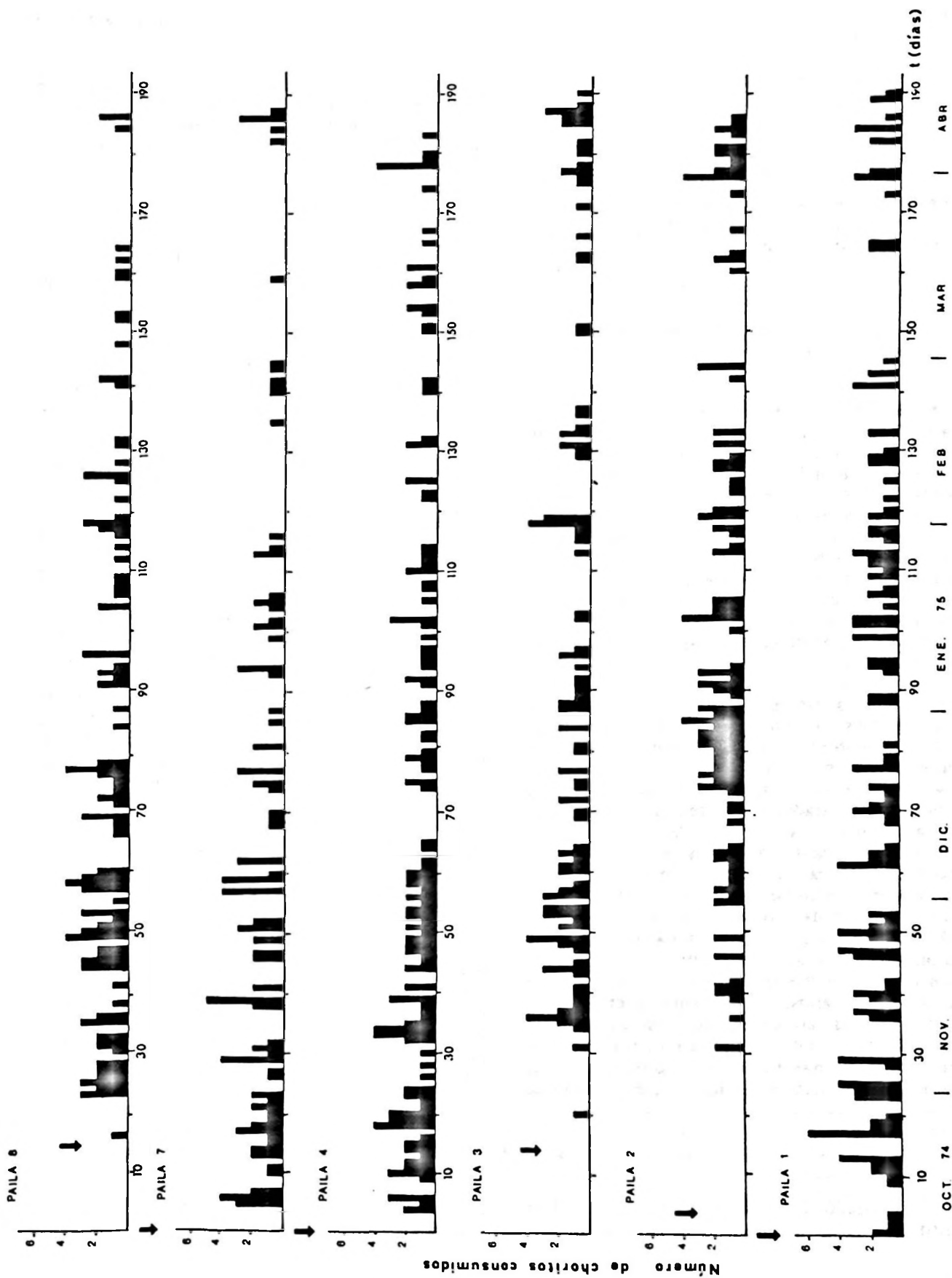


Fig. 4 *Concholepas concholepas*. Consumo diario de *Perumytilus purpuratus* por 6 locos (88 x 96 mm) durante ex tensos períodos de tiempo en el laboratorio de Santiago.

#### MECANISMOS UTILIZADOS POR *C. CONCHOLEPAS* PARA LA OBTENCIÓN E INGESTIÓN DE ALIMENTO.

Los mecanismos conductuales involucrados en la obtención e ingestión de alimento son los siguientes:

1. Remoción mecánica (buldozing) y succión. Se basa en la destrucción de picorocos con los dientes frontales y secundariamente con porciones anteriores de la concha a través del avance del loco en íntimo contacto con el sustrato. Luego de romper, resquebrajar o desprender los picorocos (sobre todo las especies más pequeñas de *Balanus* spp y *Chthamalus* spp.) el animal se instala sobre ellos y con su proboscis procede a succionar las partes blandas. No es posible observar la mecánica misma de ingestión y la eventual participación de la rádula en el proceso.

2. Acción mecánica y succión. Representa la forma típica de atacar un *B. psittacus* adulto, presa que en localidades sublitorales resulta ser de tamaño mayor que el loco. El proceso consiste en un montaje del loco sobre el cirripedio en la zona de las valvas móviles. Instalado allí, dirige sus dientes hacia las valvas, y con movimientos sucesivos las rompe o resquebraja, de preferencia en las zonas de las juntas. Logrado este objetivo, procede a introducir la proboscis y a succionar las partes blandas, con participación probable de la rádula en el proceso de perforación de las partes blandas del cirripedio.

3. Envoltura, apertura y succión. Mecanismo utilizado con bivalvos. En él tiene primordial importancia el propodio o parte anterior del pie del loco. Con éste se manipula y aprisiona el bivalvo contra la boca. El propodio se adhiere a ambas valvas y comienza a separarlas venciendo la resistencia del músculo aductor del bivalvo. Bastan unos pocos milímetros de separación de las valvas para que el loco introduzca la proboscis y comience a succionar las partes blandas, venciendo eventualmente, toda resistencia del bivalvo. Las valvas son eliminadas intactas luego de una prolija succión de todas las partes blandas. En los miles de casos observados en nuestro laboratorio de Santiago durante los últimos 3 años, prácticamente en ninguna oportunidad las valvas han sido rotas o resquebrajadas en el proceso de apertura e ingestión. En condiciones de laboratorio, el proceso descrito toma tiempos muy variables. La máxima eficiencia que

hemos observado indica aproximadamente 1.5 - 2 horas por chorito.

4. Envoltura y succión: en casos de "fisurélidos", "lapas" y "chitones" el mecanismo es semejante al descrito arriba, con la excepción que primeramente el loco remueve mecánicamente del sustrato a los moluscos antes nombrados. Luego, utilizando el propodio, procede a manipularlos de modo que las partes blandas de las presas enfrenten su boca. Utilizando la proboscis y rádula destruye y succiona los tejidos. En general el propodio envuelve totalmente al molusco - presa de modo que éste desaparece ante el observador. Las conchas son desechadas completamente limpias en la mayoría de los casos. La acción de la proboscis puede detectarse al retirar cuidadosamente una de estas presas durante el proceso de ingestión.

5. Perforación y succión: este mecanismo es el más común frente a las ascidias *P. chilensis* o *P. preapucialis*. La descripción no puede ser totalmente acuciosa pues el mecanismo consiste en la instalación del loco de preferencia en la zona superior de la ascidia en torno a los sifones y la perforación en un punto determinado (no existen suficientes observaciones sobre la elección de dicha zona). Una vez realizada la perforación, con toda probabilidad utilizando la proboscis y la potente rádula, el animal procede a la succión del interior de la ascidia. No existen datos precisos sobre tiempos involucrados en los distintos procesos. Existen antecedentes aislados de introducción de la proboscis a través de los sifones del piure.

6. Acorralamiento, ruptura y succión. En la naturaleza se ha observado el mecanismo conductual del loco para atrapar e ingerir crustáceos (i.e. *H. plana*, *C. plebejus*). El loco arrincona a la jaiba en las grietas en que ambos suelen encontrarse. Allí procede a presionarla entre la roca y su concha hasta romper la caparazón. Logrado el objetivo, sube sobre el crustáceo y por las zonas rotas de la caparazón introduce su proboscis procediendo a succionar las partes blandas. Ocasionalmente se han observado locos montándose en jaibas muertas, sugiriéndose así la posibilidad que *C. concholepas* además de molusco carnívoro propiamente tal, puede actuar secundariamente como carroñero. De hecho, el método más primitivo de pesca del loco (antes de la introducción de equipo de buceo) consistía en la atracción de locos por quimiorrepción a piedras planas o planchetas a las que se les fijaban jaibas destrozadas.

#### DISCUSION

Los resultados del trabajo indican que desde el punto de vista ecológico no es posible considerar las poblaciones de *C. concholepas* como una sola unidad espacial. La fase bentónica de la historia de

vida del loco puede ser dividida en tres etapas. Cada una de ellas contiene poblaciones de locos en diferentes habitats y nichos y con distinta estructura poblacional. El trabajo postula la hipótesis migracional de las poblaciones de locos desde los sitios de asentamiento en el intermareal rocoso, hacia el sublitoral, donde se localizan los adultos y poblaciones comercialmente explotables.

El trabajo incluye los principales ítem alimentarios para cada una de las etapas bentónicas. Viviani (1975) agrega dos ítem no contemplados en este trabajo, los crustáceos *Acanthocyclus gayi* Milne Edwards y Lucas y *Acanthocyclus hassleri* Rathbum que corresponderían a las poblaciones de locos juveniles avanzados y adultos intermareales.

Nuestras observaciones de terreno y laboratorio coinciden con Viviani (1975) respecto del importante rol trófico de *C. concholepas*. Esta especie es un depredador carnívoro de alto nivel trófico que, en localidades intermareales rocosas con escasa intervención humana, puede transformarse en una de las especies claves respecto de la estructura y dinámica de la comunidad (Castilla, *in litteris*).

*C. concholepas* posee una estrategia alimentaria peculiar. Los animales presentan períodos sostenidos, de varios días, en que consumen alimento y períodos siguientes de "reposo" o no consumo. Esta conducta alimentaria es referida en este trabajo como una estrategia alimentaria conducente a saciedad. Esto es, *C. concholepas* consume alimento al máximo en el momento de localizarlo y luego de "saciarse" deja de consumir entrando a un estado de "reposo". De este estado, que puede durar varios días, saldría al alcanzar un umbral fisiológico determinado, volviendo a repetirse el proceso. Los resultados de nuestros experimentos con locos agrupados o aislados demuestran que la hipótesis sobre la existencia de un mecanismo conductual alimentario conducente a saciedad es efectiva. Una explicación alternativa de esta conducta sería la posible relación de ella con algún ritmo biológico. Nuestros resultados y análisis estadísticos no demuestran la existencia de tales ritmos ni la presencia de "gatilladores" externos.

Esta estrategia conducente a saciedad pasaría a tener una significación ecológica importante si se descubriesen acoplamientos con procesos metabólicos o vías metabólicas alternativas al consumo de alimento (i.e. vías anaeróbicas de degradación de reservas), que posibiliten la subsistencia de los animales durante extensos períodos de tiempo sin ingerir alimentos. Ambos factores podrían traducirse en ventajas adaptativas para la especie: por ejemplo, respecto de la impredecibilidad en la localización del alimento por parte del loco. Además, también es posible especular sobre ventajas adaptativas de mayor complejidad acoplando la estrategia de saciedad con otras conductas descri-

tas para el loco. La conducta de actividad nocturna (Castilla y Guisado, 1979) y el marcado tigmotatismo de la especie (DuBois *et al.*, en prensa), son particularmente importantes al respecto. La tendencia del loco a refugiarse en grietas y buscar alimento durante la noche, acoplada con la estrategia de saciedad y posiblemente de largos períodos de sobrevivencia sin ingerir alimentos, representarían adaptaciones altamente eficientes en la relación de *C. concholepas* con sus depredadores.

Los resultados sobre consumo de alimento en laboratorio presentan varias interpretaciones posibles. La tasa diaria promedio de consumo de *P. purpuratus*, basada en una gran cantidad de observaciones y con baja desviación standard, de 0.42 *P. purpuratus* por día, puede compararse con datos de la literatura para los caracoles carnívoros (Naticidae), *Polinices hero* y *P. triseriata* de 0.07 - 0.4 bivalvos por día (Stinson, 1946; Wheatley, 1947, tomadas de Fretter y Graham, 1962). Las tasas máximas de consumo de *P. purpuratus* por *C. concholepas* de 40 - 50 mm alcanzan a 3 - 4 *P. purpuratus* por día. De mayor valor comparativo son las tasas de consumo de alimento en término del porcentaje de peso del depredador consumido por día. Nuestros resultados muestran valores de tasas diarias de 5.98% con *Ch. cirratus*. Con *P. purpuratus* las tasas diarias promedio para extensos períodos fluctúan entre 0.16 - 0.39%; aunque durante períodos cortos de activo consumo encontramos tasas diarias de hasta 4.6% para locos de 90 - 95 mm. Turner (1951) informa de tasas entre 5 - 7 % diarios para *Polinices duplicata*. Kohn (1959) calculó para *Conus* sp. tasas diarias de 1.2 - 4.6%. Otros autores (Thorson, 1958, tomado de Owen, 1966) indican consumos de 10 - 25% diarios para gastrópodos depredadores. Los resultados obtenidos para *C. concholepas* en el laboratorio están, en general, dentro de los rangos indicados por Turner (1951) y Kohn (1959), si se toman en cuenta las tasas de consumo de la presa *P. purpuratus* durante períodos de consumo activo y las de *Ch. cirratus*. El valor de tasa diaria promedio de consumo de *P. purpuratus* disminuye considerablemente debido a que se promedian períodos activos de consumo y de "reposo". Es posible que las tasas de consumo de *C. concholepas* en la naturaleza sean distintas de las informadas aquí para condiciones de laboratorio.

Los experimentos de laboratorio aquí presentados demuestran una selección en el tamaño de las presas, *P. purpuratus*, consumidas por *C. concholepas*. En la naturaleza las longitudes máximas de *P. purpuratus* son de 30 - 35 mm. Estos tamaños de presas son seleccionados por locos de 60 - 70 mm que se ubican en el cinturón de *L. nigrescens*. Así, esta presa, típica de la franja intermareal media, no presenta escape en

tamaño (Paine, 1976) respecto del depredador *C. concholepas*.

Los mecanismos de obtención e ingestión de presas por moluscos gastrópodos fueron resumidos por Owen (1966) y Hyman (1967). Nuestras observaciones coinciden con lo informado por dichos autores y agregan nuevos mecanismos de obtención de alimento: i.e. mecanismo de remoción mecánica o "buldozing" de cirripedios. Wells (1958) demostró que el gastrópodo *Murex fulvescens* poseía la fuerza suficiente como para separar las valvas de *Crassostrea virginica*. Tal fuerza o capacidad debe ser aun demostrada para *C. concholepas* con respecto a *P. purpuratus*. Observaciones preliminares indican que en este caso también se trata de un mecanismo mecánico de separación de valvas. La única evidencia de mecanismo de perforación en *C. concholepas* se presenta en su acción depredadora de la ascidia *P. chilensis*.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento otorgado por la Universidad Católica de Chile, Dirección de Investigación, a través de los Proyectos 5/72 y 42/76. También se agradece a Fundación Chile, Proyecto CASE 402-C, por financiamiento otorgado a uno de los autores (J.C.C.). Fundación Chile hizo posible la presentación de este trabajo en el Simposio sobre *Concholepas concholepas*, Montemar, Chile. Nuestros auxiliares del Laboratorio de Zoología contribuyeron activamente con trabajo de terreno. Pablo Schmiede y Bernabé Santelices aportaron importantes críticas y fueron estimulante ayuda en nuestro trabajo de interpretación de datos. A todos agradecemos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CASTILLA, J.C. 1976. A unique mollusc. *Sea Frontiers* 22 (5) : 302-304.
- CASTILLA, J.C. and J. CANCINO. 1976. Spawning behaviour and egg capsules of *Concholepas concholepas* (Mollusca:Gastropoda:Muricidae). *Marine Biology* 37 : 255-263.
- CASTILLA, J.C. y CH. GUIASADO. 1979. Conducta de alimentación nocturna de *Concholepas concholepas* (Mollusca:Gastropoda:Muricidae) *Biología Pesquera*, Chile, 12: 125 - 130.
- DUBOIS, R.; J.C. CASTILLA; R. CACCIOLATTO. Sublittoral observations in the behaviour of the Chilean "loco", *Concholepas concholepas* (Mollusca:Gastropoda:Muricidae). *Veliger* (en prensa)
- GALLARDO, C. 1979. Ciclo vital del Muricidae *Concholepas concholepas* y consideraciones sobre sus primeras fases de vida en el bentos. *Biología Pesquera*, Chile, 12: 79 - 89.
- FRETER, V. and A. GRAHAM. 1962. *British Prosobranch Mollusca. Their functional anatomy and ecology*. Adlard and Son Ltd. London, 755 p.
- HYMAN, L.H. 1967. *The Invertebrates. Volume VI. Mollusca I*. McGraw-Hill Book Company. N. York, 792 p.
- KOHN, A.H. 1959. The ecology of *Conus* in Hawaii. *Ecological Monograph* 29 : 47 - 90.
- OWEN, G. 1966. Feeding (Chapter 1); Digestion (Chapter 2). En: *Physiology of Mollusca 2* : 1 - 96. K.M. Wilbur and C.M. Yonge (ed.), Academic Press, New York.
- PAINE, R.T. 1976. Size-limited predation: an observational and experimental approach with the *Mytilus - Pisaster* interaction. *Ecology* 57 : 858 - 873.
- SPIGHT, T.M.; C. BIRKELAND; A. LYONS. 1974. Life histories of large and small murexes (Prosobranchia: Muricidae). *Marine Biology* 24 : 229 - 242.
- TURNER, H.J. 1951. Fourth Report on investigations of the Shellfisheries of Massachusetts. State of Massachusetts, 121 p.
- VIVIANI, C.A. 1975. *Comunidades marinas litorales*. Dirección de Investigaciones. Centro Investigaciones Marinas, Laboratorio de Ecología Marina, Universidad del Norte, Sede Iquique, 196 p.
- WELLS, H.W. 1958. Feeding habits of *Murex fulvescens*. *Ecology* 39 : 556 - 558.