

MINISTERIO DE ECONOMIA, FOMENTO Y RECONSTRUCCION-CHILE

SERVICIO NACIONAL DE PESCA

BIOLOGIA PESQUERA



**12**

SANTIAGO DE CHILE

# BIOLOGIA PESQUERA

Publicación del Servicio Nacional de Pesca dependiente del Ministerio de Economía,  
Fomento y Reconstrucción.

La revista Biología Pesquera tiene como objetivo publicar resultados de investigaciones y trabajos que incidan en el manejo de recursos pesqueros y en el conocimiento de los ecosistemas acuáticos de Chile.

Entre otros podrán incluirse trabajos que digan relación con Limnología, Ecología, Biología, Tecnología y Economía.

El valor de cada número es de US\$ 3,00 en el exterior.

**DIRECTOR RESPONSABLE Y  
REPRESENTANTE LEGAL** .....

**Iván Petrowitsch F.**  
Director Nacional de Pesca

**COMITE EDITOR** .....

**Nibaldo Bahamonde N.**  
Museo Nacional de Historia Natural

**Juan Carlos Castilla Z.**  
Universidad Católica de Chile

**Juan Lopehandía P.**  
Servicio Nacional de Pesca

**Irma Vila P.**  
Universidad de Chile

**María Elena Cruz F.**  
Bibliotecaria Coordinadora

**Adquisición y Canje**  
Servicio Nacional de Pesca  
Biblioteca  
Teatinos 120 - 8º piso  
Santiago - CHILE

© Servicio Nacional de Pesca, 1979  
Inscripción N° 47978  
ISSN 0067.8767

Edición Financiada  
por la Subsecretaría de Pesca  
del Ministerio de Economía  
Fomento y Reconstrucción



*revisado*

# BIOLOGIA PESQUERA . 12

## CONTENIDO

Sobre la clasificación, Distribución y Variación de <i>Concholepas concholepas</i> (Bruguère, 1789): Un Estudio de Taxonomía Beta . . . . . [On the Classification, Distribution and Variation of <i>Concholepas concholepas</i> (Bruguere, 1789): A Study of Beta Taxonomy]. J. Stuardo	5 - 38
Estudios Sobre la Sangre y la Actividad Cardíaca del Corazón del <i>Concholepas concholepas</i> . . . . . [Studies on Blood and Cardiac Activity of the Heart from <i>Concholepas concholepas</i> ]. P. Ward, G. Flores, M. Krauskopf y J. Concha	39 - 49
Consumo de Fructuosa 1-6 Difosfato en Músculo de <i>Concholepas concholepas</i> y Algunas Propiedades de la Piruvato Quinasa . . . . . [Fructose 1,6 - Diphosphate Utilization and some Properties of Piruvate Kinase from the Muscle of <i>Concholepas concholepas</i> ]. A. Morán, R. González y S. Muñoz	51 - 58
Conocimiento Científico Actual sobre Reproducción y Desarrollo de <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca:Gastropoda:Muricidae) . . . . . [Present Scientific Knowledge on the Reproduction and Development of <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca:Gastropoda:Muricidae)]. L. Remorino	59 - 70
Análisis Histológico del Ovario de <i>Concholepas concholepas</i> (Bruguère, 1789) (Gastropoda:Muricidae) . . . . . [Histological Analysis of the Ovary in <i>Concholepas concholepas</i> (Bruguere 1789) (Gastropoda:Muricidae)]. L. Huaquin	71 - 77
El Ciclo Vital del Muricidae <i>Concholepas concholepas</i> y Consideraciones sobre sus Primeras Fases de Vida en el Bentos . . . . . [The Life Cycle of the Muricid <i>Concholepas concholepas</i> With Considerations About its First Benthonic Stage]. C. Gallardo	79 - 89
<i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca: Gastropoda: Muricidae): Postura de Cápsulas en el Laboratorio y la Naturaleza . . . . . [ <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca: Gastropoda: Muricidae): Laying of Egg Capsules in the Laboratory and Nature] J.C. Castilla	91 - 97
Aspectos Ecológicos y Conductuales Relacionados con la Alimentación de <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca:Gastropoda:Muricidae) . . . . . [Ecological and Behavioural Considerations Related to the Feeding of <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca: Gastropoda: Muricidae)]. J.C. Castilla, Ch. Guisado y J. Cancino	99 - 114
Principales Depredadores de <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca: Gastropoda: Muricidae) y Observaciones Preliminares sobre Mecanismos Conductuales de Escape y Defensa . . . . . [Main Predators of <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca: Gastropoda; Muricidae) and Preliminary Observations About Behavioural Mechanisms of Escape and Defense]. J.C. Castilla y J. Cancino	115 - 123
Conducta de Alimentación Nocturna de <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca:Gastropoda:Muricidae) . . . . . [Nocturnal Feeding Behaviour of <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca:Gastropoda:Muricidae)]. J. C. Castilla y Ch. Guisado	125 - 130
Una Estimación de Clases Anuales y Crecimiento Relativo en Muestras de Dos Poblaciones de <i>Concholepas concholepas</i> (Bruguère 1789) . . . . . [An Estimation of Annual Classes and Relative Growth on Samples of Two Populations of <i>Concholepas concholepas</i> (Bruguere 1789)]. E. Acuña y J. Stuardo.	131 - 142

**EDIMPRES LTDA.**



## P R E S E N T A C I O N

Entre el 12 y 15 de diciembre del año 1977 se realizó en el Departamento de Oceanología de la Universidad de Chile, Sede Valparaíso, el Simposio "*Concholepas concholepas*: conocimiento científico actual y perspectivas". Participaron en este encuentro investigadores en ciencias del mar que han desarrollado o desarrollan en nuestro país estudios biológicos y ecológicos sobre esta especie.

El objetivo del simposio fue reunir y analizar toda la información científica disponible sobre tan importante recurso pesquero, con el objeto de facilitar la aplicación de estos conocimientos en su mejor manejo y regulación, como así también estimular la continuación de las investigaciones básicas. Los temas analizados fueron: taxonomía, morfología, fisiología, reproducción y desarrollo, comportamiento, poblaciones y explotación. Los 40 científicos asistentes actuaron como relatores de temas, expositores de contribuciones libres y observadores.

Con posterioridad al Simposio, los autores tuvieron la oportunidad de revisar sus trabajos, incorporando a ellos los aspectos más relevantes o significativos emanados de la discusión que complementó cada exposición temática. Debido a esto, no se consideró necesario transcribir separadamente la discusión de cada trabajo.

El comité Organizador del Simposio, en representación de los participantes, agradece a la Dirección del Servicio Nacional de Pesca y al Comité Editor de "Biología Pesquera" la publicación en conjunto de estos trabajos.

Comité Organizador del Simposio



## SOBRE LA CLASIFICACION, DISTRIBUCION Y VARIACION DE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS* (BRUGUIERE, 1789): UN ESTUDIO DE TAXONOMIA BETA

J. Stuardo \*

### RESUMEN

La importancia de la sistemática en el estudio de los organismos vivos y sus interrelaciones, es preocupación permanente de un grupo de biólogos y evolucionistas que consideran la exacta identificación de las especies más necesaria que nunca, dado el aumento considerable del conocimiento de los organismos y la importancia de llevar a cabo interpretaciones y estimaciones precisas del mundo biológico (Mayr, 1969; Carriker, 1976; Lee, 1978). En el caso de una especie tan particular y conocida como es *Concholepas concholepas*, la cantidad de información publicada es, a menudo, muy superior a la considerada tradicionalmente en los trabajos taxonómicos de corte tradicional, en los que las referencias discutidas corresponden a citas de nuevas localidades, sinonimias y problemas nomenclaturales. Ellos excluyen toda información estrictamente biológica de mayor valor en la interpretación de problemas sistemáticos y necesarios en un análisis taxonómico actualizado. Así ocurre con *C. concholepas* ya que trabajos anatómicos como los de Haller (1888), Maldonado *et al.* (1965) o las descripciones radulares de Troschel (1866) y Cooke (1919) no han sido jamás considerados. Información sobre reproducción, comportamiento y dinámica de poblaciones se incorpora en este trabajo a la sinonimia de esta especie.

Como resultado de la variación y de la complejidad representada por poblaciones de una especie con una distribución tan amplia, se han propuesto muchas especies nominales, de las cuales *Murex loco* Molina, 1782 es un *nomen oblitum* y *C. asper* Mabilie, 1886 es un *nomen nudum*; todos los nombres restantes deben considerarse sinónimos, al menos temporalmente de *C. concholepas*.

Un tipo de variación correspondiente a índices que relacionan distintos ejes de crecimiento de la concha, ha sido analizado por Schwabe (1959) quien ha propuesto un óptimo de distribución de la especie, en la parte central de Chile, que puede tener otra interpretación si se consideran estudios poblacionales más recientes como los de Lozada *et al.* (1976) y otra información relevante. Se concluye que las poblaciones del norte de Chile (y posiblemente del Perú) presentan diferencias en promedio de tamaño que sugieren una etapa de especiación aún no precisable taxonómicamente por falta de información. Sin embargo, las características biométricas de largo y ancho combinadas con algunas otras características morfológicas en poblaciones de las islas Juan Fernández, demuestran la existencia de una diferenciación a la que se asigna un nivel infraespecífico proponiéndose la creación de la subespecie *Concholepas concholepas fernandezianus subsp. nov.*

El potencial de especiación en el género *Concholepas* y las tendencias que han caracterizado su evolución, pueden inferirse de su historia geológica, conocida a partir del Mioceno. Se han descrito 4 especies fósiles de *Concholepas* de otras partes del mundo, todas del Mioceno: *C. drezi* de Florida, U.S.A.; *C. deshaysi* de la Cuenca del Loira, Francia; *C. antiquata* de Australia y *C. pehuensis* de Nueva Zelandia. Con posterioridad al Mioceno, el género quedó aparentemente restringido a la costa W de Sudamérica, al sur del Ecuador, con tres especies: *C. kieneri* del Plioceno (?) de Coquimbo, Chile; *C. nodosa* del Plioceno de Coquimbo y Caldera, Chile y *C. concholepas* del Pleistoceno y Reciente de Chile y Perú. Se sugiere considerar a las formas fósiles extremas, identificadas con una u otra de las dos últimas especies, como posibles complejos taxonómicos reconocibles por ahora como "grupo *C. nodosa*" y "grupo *C. concholepas*".

El estudio separado de la concha sugiere algunas tendencias evolutivas, claramente observables entre las especies fósiles y la Reciente:

- a) Las especies Miocénicas de *Concholepas* eran más pequeñas, tenían la concha más delgada, una espira más desarrollada y extendida, y una abertura más redondeada que las especies Pliocénicas y Recientes chilenas.
- b) Asumiendo que las especies chilenas se hayan derivado de un stock Miocénico aún desconocido (pero aparentemente definible por las características anteriores), durante el Plioceno y Pleistoceno la forma *Concholepas* inició una tendencia al alargamiento y mayor tamaño que continúa en la actualidad, lo que ha sido constatado en las poblaciones de *C. concholepas* del norte de Chile y en la subespecie de Juan Fernández.

*C. kieneri* y *C. nodosa* aparecen como especies diferentes pero con características no observables en la especie Reciente: la presencia de nódulos o escamas hiólicas, interespacios lisos, un peristoma discontinuo y una forma general más fusiforme. La posible dependencia de la ornamentación de condiciones ecológicas ha sido sugerida por Herm (1969), pero la relación entre tipos de ornamentación y procesos de especiación está lejos aún de poder precisarse.

El estudio de la rádula de *Concholepas* como un órgano especializado de alimentación tiene, indudablemente, un valor diagnóstico genérico, pero su variación intraespecífica no aparece muy clara. Lozada *et al.* (1976) ilustran lo que puede corresponder a un grado considerable de variación de forma y tamaño de los dientes raquidianos entre ejemplares de la parte central y sur de Chile y las islas de Juan Fernández (tabla 6). La comparación de la rádula de algunos paratipos de *C. concholepas fernandezianus subsp. nov.* con ejemplares de Valparaíso del mismo largo sólo sugiere diferencias en el tamaño de los dientes laterales, las que deberán corroborarse en un mayor número de ejemplares.

Las características radulares de *Concholepas* (fig. 6) permiten, sin embargo, establecer afinidades morfoló-

(\*) Departamento de Oceanología. Universidad de Chile. Valparaíso. Casilla 13-D. Viña del Mar. Chile.



gicas precisas con géneros vecinos. Si, por otra parte, la rádula tiene el valor taxonómico que se le ha asignado en la clasificación y diferenciación de las subfamilias de Muricidae, su diversificación en los diversos géneros de "Thaididae de autores" debe considerarse, indudablemente, como un carácter básico para establecer relaciones taxonómicas y filogenéticas. Desde este punto de vista, las relaciones del diente raquidiano de *Concholepas* con el tipo *Mancinella* se observan claras, no así el de algunos géneros como *Purpura*, *Nucella*, *Haustrum*, etc. Decididamente tienen escasa o ninguna relación con los dientes radulares de *Vexilla* y *Drupella*.

Respecto al valor de la rádula para diferenciar categorías taxonómicas supragenéricas, se concluye que la variabilidad constatada en los dientes de los géneros incluidos en Thaidinae, no es mayor, ni las diferencias de formas menos significativas, que en los géneros de Drupinae, Rapaninae y de otras subfamilias de Muricidae (s.s.) como Muricinae, Trophoninae, etc.; de modo que, con la información disponible, no se justifica la separación de una familia Thaididae.

Finalmente, se discute el valor de algunas generalizaciones anatómicas dadas para la familia Muricidae (Ponder, 1973). Mientras no se estudie la anatomía de un mayor número de especies y no se precise en otras (como en *C. concholepas*) la naturaleza de caracteres anatómicos descritos, o no descritos del todo, tal valor es relativo.

#### ON THE CLASSIFICATION, DISTRIBUTION AND VARIATION OF *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS* (BRUGUIERE, 1789): A STUDY OF BETA TAXONOMY

##### ABSTRACT

The importance of systematics in the study of living organisms and their interaction with the environment has been a matter of permanent concern to a group of biologists and evolutionists. The correct identification of species becomes nowadays particularly necessary given the considerable increase in the knowledge of the organisms and the importance of carrying out adequate interpretations and precise estimations of the biological world (Mayr, 1969; Carriker, 1976; Lee, 1978). In the case of species as peculiar and purportedly well known as *Concholepas concholepas*, the amount of published information is often far larger than that traditionally considered in taxonomical papers written within that conservative frame dealing only with citations of new localities, synonyms and nomenclatural problems. They usually exclude all strictly biological information, equally necessary to any actualized taxonomic analysis. Such is the case with the anatomical work done in *C. concholepas* by Haller (1888), Maldonado *et al.* (1965) or the radular descriptions by Troschel (1866) and Cooke (1919), seldom considered in the taxonomic background of *C. concholepas*. Additional information including reproduction, behavior and population dynamics is incorporated in this paper to the taxonomy of this species.

As a result of the variation and natural complexity observed in the populations of the widely distributed *C. concholepas*, many nominal species have been proposed. Among them *Murex loco* Molina, 1782 is a *nomen oblitum*, *Concholepas asper* Mabilie, 1886 is a *nomen nudum* and all the remaining names must be considered synonyms, at least temporally, until the species is better known along its whole range of distribution.

A type of variation shown by indexes relating several shell's growth axes has been statistically analyzed by Schwabe (1959) who proposed an optimal distribution of *C. concholepas* restricted to the central coast of Chile. Some of his views may, however, have another interpretation if his results are compared with the more recent population studies done by Lozada *et al.* (1976) and other relevant information. Thus, it is concluded that the populations of the northern part of Chile (and possibly of Peru), show differences in the average size, suggesting a stage of speciation not yet taxonomically discernible because of the lack of precise complementary information. However, the biometric features of length and width combined with some other morphological characteristics, evince a differentiation of the populations in the Juan Fernandez islands for which a subspecific rank and the following name are proposed: *Concholepas concholepas fernandezianus subsp. nov.* (Plate 2, figs 9 to 16).

The speciation potential in the genus *Concholepas* and the evolutionary tendencies characterizing it, can be inferred in part from its geologic history recorded from the Miocene onwards. Four fossil species have been described from other parts of the world, all from Miocene times: *Concholepas drezi* from Florida, U.S.A.; *C. deshaysi* from the "Faluns de Touraine", Loire, France, *C. antiquata* from Australia and *C. pehuensis* from New Zealand. During the upper Miocene or early Pliocene the genus appears restricted to the west coast of South America, south of Ecuador, with three species: *C. kieneri* from the Pliocene (?) of Coquimbo, Chile, *C. nodosa* from the Pliocene of Coquimbo and Caldera, Chile, and *C. concholepas* from the Pleistocene and Recent of Chile and Peru. It is suggested to consider the fossil extreme forms identified with either one or the other of the two latter species, as possible different and composite taxa, better identified as "group *C. nodosa*" and "group *C. concholepas*" until they are better known.

The separate study of the shell suggests some evolutionary tendencies clearly observable among the fossil and Recent species:

a) Miocene species of *Concholepas* were smaller in size, had thinner shells, a better developed and extended

spire and a more rounded aperture than the Chilean Pliocene and Recent species.

b) Although it should be assumed that the Chilean species evolved from a Miocene stock, perhaps definable by the above mentioned characteristics, the fact is that during Pliocene and Pleistocene times the *Concholepas* form initiated a tendency to increase length and overall size, which apparently still continues. This is also shown in the populations of northern Chile -as already concluded by Schwabe (1959)- and in the subspecies from Juan Fernandez (Figs. 1-3).

*C. kieneri* and *C. nodosa* seem different one another and present features not observable in the Recent *C. concholepas* such as nodules or hyotic scales, smooth interspaces, a discontinuous aperture and a generalized more fusiform shell. A possible (yet unclear) dependence of the ornamentation from ecological conditions has been suggested by Herm (1969); however, even the more obvious possible relations between types of ornamentation and speciation are far from being understood.

The study of the radula in *Concholepas* as a specialized feeding organ it, undoubtedly, has a generic diagnostic value but neither the intra- nor the interspecific variation do stand clear. Lozada *et al.* (1976) illustrate a considerable degree of variation and size of the rhachidian tooth between individuals from the central and southern part of Chile and the islands of Juan Fernandez (Table 6). Comparison of the rhachidian tooth of paratypes of *C. concholepas fernandezianus* with specimens of *C. concholepas* from Montemar, Valparaiso, it only suggests differences in the size of the laterals for individuals of comparable length. Such differences, here considered one feature among several to support a subspecific separation, should, nonetheless, be corroborated in a larger number of specimens and populations.

The radular characteristics of *Concholepas* (Fig. 6) allow, however, to establish precise morphological affinities with related genera. If, on the other hand, the radula has the taxonomic value advanced in the classification and differentiation of the accepted subfamilies of Muricidae, its diversification in the genera belonging to "Thaididae of authors" should undoubtedly be considered as a basic character to establish taxonomic and phylogenetic interrelationships (Cooke, 1919; Arakawa 1962, 1964, 1965; Wu 1965a, b, etc.). From this point of view the radular affinities of *Concholepas* to *Mancinella* are clearly observed; they are less clear regarding *Purpura*, *Nucella*, *Haustrum* and others. But *Vexilla* and *Drupella* seem to bear little or no relationship to the genera of "Thaididae".

As for the value of the radula to differentiate suprageneric taxonomic categories, it is concluded that the variability observed in the genera of Thaidinae is not larger, nor the differences in shape are less significant, than the variability or differences present in Drupinae, Rapaninae or other subfamilies of Muricidae. It follows that the available information does not justify the separation of a family Thaididae.

Finally, the value of some of the anatomical generalizations given for the Muricidae (*e.g.* Ponder 1973) will continue being relative unless more species are anatomically studied or the nature of vague or undescribed anatomical features is clarified.





## I. INTRODUCCION

Es de consenso general en la biología actual que, obtener una identificación precisa de los organismos investigados es indispensable, si sus particularidades o similitudes morfológicas, funcionales o ecológicas respecto de otros organismos pretenden tener validez. En el hecho, no hay ningún aspecto de la biología que pueda ser directa o indirectamente independiente de la sistemática (Lee, 1978) porque, como lo ha sugerido Mayr (1969: 18), un carácter taxonómico significa no sólo aspectos de morfología, sino cada forma de manifestación del genotipo, determinando una transgresión continua de los límites entre taxonomía, fisiología, comportamiento, genética, bioquímica y demás. Análisis como los de Carriker (1976) y Lee (1978) sobre

la importancia del uso actual de la sistemática de los invertebrados, así lo demuestran.

Consecuentemente, los trabajos taxonómicos sobre moluscos chilenos y organismos marinos en general deberían abandonar patrones de estudios y presentación ya superados, buscando toda nueva información posible de obtener, compilando toda aquella otra susceptible de ser utilizada en estos estudios y sugiriendo hipótesis de trabajo o líneas de investigación a continuarse. Este estudio sobre *Concholepas concholepas* pretende responder a este espíritu, revisando el conocimiento taxonómico tradicional e integrando a él otra información considerada importante.

## II. SINONIMIA Y CLASIFICACION

Esta especie, uno de los neogastrópodos más peculiares conocidos, muy abundante en nuestras costas, ha sido, posiblemente por ambas causas, descrita e ilustrada prácticamente en todas las obras malacológicas importantes, incluyendo tratados, catálogos y obras de divulgación general. Como resultado, su sinonimia actual es larga y por ello, al igual que en casos similares, no es posible precisar si el taxónomo actual, a diferencia de los compiladores de mediados del siglo 19, no acepta siempre incluir en la sinonimia todas aquellas obras que nombren o ilustren a una especie, o si simplemente desconoce algunas de importancia. Por ejemplo, no todas las referencias importantes han sido incluidas aún en compilaciones consideradas relativamente completas como la de Carcelles (1954), aunque la existencia de cualquier "manual" sobre moluscos publicado en el siglo pasado (Dilwyn, 1817; Hanley, 1856; Chenu, 1859; Kobelt, 1878; Woodward, 1880; Tryon, 1883; Fisher, 1887, etc.) o monografías como las de Kiener y Fisher (1834-1870), H. y A. Adams (1853-1858), Reeve (1864), Tryon (1880), Küster (1858), significaban la inclusión prácticamente obligada en ellos de esta especie tan característica.

Considerando, por otra parte, que va siendo común en la actualidad incluir en la sinonimia de los animales mejor conocidos, sólo aquellos nombres que no fueron compilados antes o que fueron incorrectamente citados (Mayr 1969), parecería que la sinonimia de una especie como *Concholepas*

*concholepas (sensu lato)* no debería repetirse, más aun cuando algunas citas tradicionales habrían sido aparentemente sancionadas por trabajos recientes como los de Herm (1969), Dell (1971) y Marinovich (1973). Pero, en un examen crítico, tales sinonimias aparecen parcialmente incompletas y, por paradoja, evitan adentrarse aún en comentarios útiles acerca de la información obvia existente en la literatura ya publicada. Naturalmente, son útiles todas aquellas afirmaciones "realistas" como las de Dell (1971 : 159-160) que enfatizan la necesidad de que los problemas taxonómicos de los géneros difíciles" deberían ser estudiados por investigadores locales "who can properly evaluate variation, ecological responses and the many subsidiary studies which modern systematics demands" (Dell op. cit.). Pero por las mismas razones uno se pregunta si los resultados de algunas expediciones no deberían darse más bien como simples listas de nombres y estaciones más que como intentos monográfico-faunísticos.

Uno de los criterios no discutidos en los tratados sobre principios sistemáticos es, cómo decidir lo que debe o no debe incluirse en una lista sinónimica; o parafraseando a E. Mayr (1969), qué es lo que tiene significancia nomenclatural o zoológica. En grupos en donde las obras de divulgación son numerosas y de gran demanda para hobbies como los de la conchología, su gran amplitud representa a menudo un serio problema y, para las especies mal conocidas provenientes de áreas mal estudia-

das el problema es aún mayor, porque a menudo tales obras no son demasiado estrictas ni en la nomenclatura, ni en la información sobre su distribución. ¿Cómo proceder en esos casos? Quizás no haya situaciones generalizables, de ahí que la sistemática actual no sea más explícita al respecto, pero una solución que parece plausible es juzgar en cada caso lo que es importante y/o necesario, con todo lo subjetivo que este criterio pueda ser.

Una ambigüedad similar existe en la consideración de trabajos sobre anatomía y morfología funcional, estudios de poblaciones, reproducción, comportamiento, ecología y fisiología en la sinonimia de una especie y, tradicionalmente, tales trabajos no han sido incluidos excepto en el caso de la morfología radular, utilizada también tradicionalmente como carácter diagnóstico. Sin embargo, el progreso de la sistemática actual exige el considerar todos los elementos informativos disponibles para establecer el valor real de categorías taxonómicas u otras evolutivas aún no definibles taxonómicamente.

De lo anterior y por los antecedentes reunidos para este trabajo, se consideró necesario presentar y discutir la sinonimia de *Concholepas concholepas* razonada y entendida de la manera siguiente:

*Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789)

*Buccinum concholepas* Bruguière, 1789. Encycloped. Méth.: 252 (loc. tipo: Costas del Perú, por designación original) (Descripción original); Dilwyn 1817. Descr. Cat. Shells, 2: 611 (Perú).

*Patella lepas* Gmelin, 1791. Syst. Naturae, edic. 13. 1 (Pars 6, 7): 3697 (Litoral de Chile) (Descripción; citas complementarias en Deshayes, 1844)

*Concholepas concholepas* (Brug.) Hanley, 1856. In Wood, Index Testac.: 114, lám. 22, fig. 56 (Perú); Dall, 1909. Proc. U.S. Nat. Mus., 37: 169, 222, lám. 22, fig. 1 (Callao, Perú a Estrecho de Magallanes) (Descripción); Lamy, 1930. Rev. Chil. Hist. Nat., 34: 97 (Callao, La Madeleine); Gigoux, 1934. Rev. Chil. Hist. Nat., Año 38: 278, 286 (Costa de Atacama); Carcelles y Williamson, 1951. Rev. Inst. Nac. Inv. Cs. Naturales, Cs. Zool., 2 (5): 291 (Perú a Estrecho de Magallanes; reciente en tumbas indias de Argentina y fósil en Terciario a Reciente de Chile); Carcelles, 1954. Comun. Inst. Nac. Inv. Cs. Naturales, Cs. Zool., 2 (16): 268, lám. 4, figs. 1 - 11 (Antofagasta, Chile a Cabo de Hornos) (Descripción y sinonimia); Schwabe, 1959. Intern. Rev. Gesamten Hydrobiol., 44 (3): 449 (Costa Peruana a Islas Guaitecas, Chile) (Variación); Maldonado *et al.*, 1965. Rev. Biol. Marina 12 (1 - 3): 121, 17 figs. (Anatomía); Stefanelli y Maldonado, 1965. Bol. di Zool., 32 (2):

452, tabla 4. (Anatomía); Maldonado, 1966. Ac. Naz. Lincei, Rendic. CL. Sc. Fis., Mat. Nat. 48 (Ser. 8, Fasc. 4): 692 (Anatomía); Vegas, 1968. Anal. Cient. Univ. Nal. Agraria, Lima, 6 (1 - 2): 11, fig. 35 (Descripción breve); Herm, 1969. Zitteliana, 2: 136, lám. 18, figs. 4a, b (Pleistoceno a Reciente, Chile central); Carmona, 1970. Rev. Biol. Mar. 14 (2): 51, 2 figs. (Consumo de oxígeno en juveniles); Beu, 1970. J. Malacol. Soc. Australia, 2 (1): 44, lám. 4, figs. 10 - 12 (México a Cabo de Hornos); Dell, 1971. Rec. Dominion Mus., 7 (17): 210 (12°S a Tierra del Fuego); Guzmán *et al.*, 1972. Bol. Soc. Biol. Concepción, 45: 17, 2 láms. (Anatomía aparato reproductor); C. Gallardo, 1973. Publ. Ocas. Mus. Nac. Hist. Nat. 16: 3 - 16, 5 láms. (Desarrollo); Sánchez Romero, 1973. Histor. marit. Perú 1 (2): 255, lám. 4 - 1 A (Lobos de Afuera, Perú, al sur de Chile). (Distribución; abundancia en Perú); Morán *et al.*, 1973. Bol. Soc. Biol. Concepción 46: 103 (Metabolismo); Castilla, 1974. The Veliger, 16 (3): 291 (Apareamiento, conducta); Lambiotte, 1975. Inf. Soc. belge Malac., Ser. 4 (2): 37 (Taxonomía, discusión); Ramorino, 1975. Rev. Biol. Marina, 15 (2): 149, 6 láms., figs. (Reproducción y desarrollo); Tobella, G.M., 1975. Bol. Soc. Biol. Concepción, 49: 185 (Crecimiento); Avilés y Lozada, 1975. Bol. Soc. Biol. Concepción, 49: 207 (Reproducción); Lozada *et al.*, 1976. Biol. Pesq. Chile, 8: 5 - 29 (12°S a Tierra del Fuego y Archip. de J. Fernández) (Variación, morfología, poblaciones); Castilla, 1976a. Sea frontiers, 22 (5): 302 (Generalidades); Castilla y Cancino, 1976b. Marine biology, 37: 255 (Conducta en puestas de cápsulas).

*Concholepas peruvianus* (también como *C. peruviana*) Lamarck, 1801. Syst. Anim. s. Vért., 8: 69 (Sin localidad) (Descripción Original); Montfort, 1808. Conchyl. Syst., 2: 367; Lamarck, 1822. Hist. Anim. s. Vért., 7: 252 (Costas del Perú) (Descripción); Lesson, 1830. Voy. Coquille, Zool. 2 (1): 403; 1833. Illust. Zool., lám. 27, (Isla de San Lorenzo, Callao) (Descripción); Sowerby, 1834. Gen. Rec. Fossil Shells, 2: 240 (Descripción); Sowerby, 1842. Conchol. Man., 2a. edic.: 117, fig. 418 (Perú); Deshayes, 1844. In Lamarck, Hist. Anim. s. Vert., 2a. edic., 10: 126 (Costas del Perú) (Descripción); Catlow y Reeve, 1845. Conch. Nomenc.: 275; Hupé, 1854. In Gay, Hist. Fis. Polit. Chile, Zool., 8: 201 (Costas de Chile. Fósil: Terciario y Cuaternario de Coquimbo) (Descripción); Küster, 1858. Conchyl. Cab. (n.H.) 3 (1): 204, lám. 16 figs. 9 - 10; lám. 32a, figs 9 - 10 y lám. 32b, figs. 1 - 5; Chenu, 1859. Man. Conchyliol., 1: 170, figs. 835, 836; Philippi, 1860. Viaje Atacama: 169 (15°S a Chonos y Estrecho de Magalla-

- nes); Reeve, 1864. *Conch. Icon.* 14, lám. 1, sp. 1 (Perú) (Descripción); Troschel, 1866. *Gebiss d. Schnecken*: 136, lám. 13, fig. 9; Cuvier, 1868. *Les Mollusques*, lám. 17, figs. 4, 4a (Costas del Perú); Cunningham, 1871. *Trans. Linn. Soc. London*, 27 : 477; Kobelt, 1878. *Cat. lebend. Moll.*: 51, lám. 14, fig. 12; Tryon, 1880. *Man. Conch.*, 2 : 199, lám. 162, figs. 314, 316 (Costa O. de Sudamérica desde Perú a Patagonia) (Descripción); Smith, 1881. *Proc. Zool. Soc. London*; 31 (Isla Van, Canal Trinidad); Tryon, 1883. *Syst. Conchol.* 2 : 115, lám. 45, (Perú a Patagonia); Mabilie, 1886. *Ann. Malacologie*, 2 : 269, lám. 5, figs. 1, 2 (Costas del Perú y Chile) (Descripción); Cooke, 1887. *J. Conchol.*, 5 : 193, lám. 1, fig. 5v; Fischer, 1887. *Man. Conchylol.*: 446, lám. 6, fig. 3 (Perú a Patagonia); Paetel, 1888. *Catalog.*, 1 : 146 (Chile); Haller, 1888. *Morphol. Jahrb.*, 14 : 55 - 143, lám. 3 - 8 (Anatomía); Dautzenberg, 1896. *Actes Soc. Sci. Chile*, 6 : 66; Cossmann, 1903. *Essais Paleconch. Comp.* 5 : 80; Lamy, 1908. *Bull. Mus. d'Hist. Nat. Paris*, N° 1 : 533 (Coyoacan; Playa Blanca, cerca de Antofagasta; Bahía de la Chimba); Cossmann y Peyrot, 1923. *Actes Soc. Lynn. Bordeaux*, 45 : 247; Thiele, 1929. *Hanb. Syst. Weicht.*, 1 : 298.
- Conchopatella peruviana* (Lam.) H. y A. Adams, 1858. *Gen. Rec. Moll.*, 1 : 132, lám. 14, figs. 2a, b, c.
- Concholepas lepas* (Gmelin) Tapparone - Canefri, 1874. "Magenta": 24; y *Mem. Acad. Sci. Torino*, 27 : 127 (Golfo de Callao).
- Concholepas imbricatus* A. Valenciennes, 1832. II. *Coquilles univalves* : 322.
- Concholepas laevigatus* A. Valenciennes, 1832. II. *Coquilles univalves*: 323.
- Concholepas imbricatus* ? Küster, 1858. (*non Valenciennes, 1832*) *Conchyl. Cab. (N. H.)* 3 (1) : lám. 32b, figs. 9 - 10; Mabilie, 1886. *Ann. Malacologie* 2 : 265 (América del Sur) (Descripción).
- Concholepas oblongus* Reeve, 1864. *Conch. Icon.* 14, *Concholepas*: sp. 2, lám. 2, figs. 2a, b, c (Cabo de Hornos y Bahía Good Success, Tierra del Fuego Oriental) (Descripción); Tapparone - Canefri, 1874. "Magenta". *Mem. Acad. Sci. Torino*, 27 : 127 (Golfo de Penas); Mabilie, 1886. *Ann. Malacologie*, 2 : 277 (Cabo de Hornos; Tierra del Fuego) (Descripción).
- Concholepas similis* Mabilie, 1886. *Ann. Malacologie*, 2 : 267, lám. 4, figs. 1, 2 (Chile) (Descripción).
- Concholepas decipiens* Mabilie 1886. *Ibid.*, 2 : 268 lám. 3, figs. 1, 2 (Perú) (Descripción).
- Concholepas granosus* Mabilie, 1886. *Ibid.*, 2 : 270 (Chile) (Descripción).
- Concholepas densestriatus* Mabilie, 1886. *Ibid.*: 271 (Chile) (Descripción).
- Concholepas rhombicus* Mabilie, 1886. *Ibid.*: 273 (Chile Meridional) (Descripción).
- Concholepas splendens* Mabilie, 1886. *Ibid.*: 274 (Perú y Chile) (Descripción).
- Concholepas verecundus* Mabilie, 1886. *Ibid.*: 275 (Costas de Chile) (Descripción).
- Concholepas patagonicus* Mabilie, 1886. *Ibid.*: 278 (Sur de Patagonia a Cabo de Hornos) (Descripción); Mabilie y Rochebrune, 1891. *Miss. Sci. Cap Horn*, 6 *Zool.* 2: HG3, lám. 2, fig. 6 (Cabo de Hornos) (Descripción).
- Concholepas minor* Mabilie, 1886. *Ann. Malacologie*, 2 : lám. 5, figs. 3, 4 (Sin descripción).
- Concholepas asper* Mabilie, 1886. *Ann. Malacologie*, 2 : 263 (*nom. nud.*).
- Murex loco* Molina, 1782. *Saggio. stor. nat. Chili*: 205 (*nom. oblit.*).
- Purpura peruviana* (Lam.) Blainville, 1832. *Nouv. Ann. Mus. Hist. Nat. Paris* 1 : 243, N° 87 (Descripción parcial); Kiener, 1836. *Icon. Coq. viv.*, 8, *Purpura* : 88, N° 56, lám. 23, figs. 65, 65a, b (Costas del Perú y Chile) (Descripción); Reeve, 1842. *Conch. Syst.*, 2 : 24, lám. 262, figs. 1, 2.
- Purpura pileopsis* Blainville, 1832. *Nouv. Ann. Mus. Hist. Nat. Paris* 1 : 244, N° 88 (Costas de Chile) (Descripción).
- Purpura concholepas* (Brug.) d'Orbigny, 1841. *Voy. Amér. Mérid.*, 5, *Moll.*: 437, *Atlas, Moll.* lám. 62 (1839), figs. 5 - 7 (15°S - 35°S Lat.) (Descripción).
- Purpura loca* d'Orbigny, 1846. *Voy. Amér. Mérid.*, 5, *Moll.*: 702.
- Purpura lepas* (Gmelin) von Martens, 1869. *Malak. Blätter*, 16 : 221 (Pto Montt y Caldera).

De esta lista, se desprenden algunas conclusiones importantes:

- 1) En primer lugar, como ha sido recientemente aclarado por Lambiotte (1975) el nombre más antiguo de esta especie *Murex loco* Molina, 1782, debe considerarse como un *nomen oblitum* por no haberse usado durante más de 50 años en la literatura zoológica. El único que lo propuso fue d'Orbigny (1846), desgraciadamente como una nota en la leyenda de la lámina impresa algunos años después de la fecha en que describió a esta especie en el texto como *Purpura concholepas* (1841).
- 2) A pesar de que un gran número de autores del siglo pasado prefirieron el uso de *Concholepas peruvianus*, el nombre específico de Bruguière: *Buccinum concholepas*, tiene prioridad.
- 3) La importancia exagerada atribuida a la variación de diferentes características de la concha, determinó la creación de un gran número de nombres específicos, la mayoría si no todos los



cuales son nombres disponibles que deberán ser considerados ante la posible proposición de nuevas unidades taxonómicas específicas o sub-específicas. Sin embargo, *Concholepas asper* Mabile, 1886 es un nombre inválido considerado *nomen nudum*.

- 4) Existe una cantidad considerable de información publicada sobre anatomía general, reproducción y aspectos de comportamiento de las poblaciones de la parte central chilena, de mo-

do que el estudio de poblaciones del extremo norte y sur se facilitará al tener esta base de comparación. Tal estudio es imprescindible si desea precisarse y entenderse la importancia de su variación, más aún cuando la gran extensión de la distribución de esta especie sugiere una complejidad taxonómica hasta ahora injustificadamente simplificada, como se demuestra en este trabajo.

### III. DISTRIBUCION Y VARIACION

La distribución conocida de *Concholepas concholepas s.l.* está limitada a las costas chilenas y parte centro sur de las peruanas, en la costa occidental y extremo sur de Sudamérica. Ha sido extendida por algunos autores hasta México, por el norte, pero estas citas no son válidas. La especie parece alcanzar su límite norte a la altura de Callao o poco más al norte en la costa peruana, como lo indicaron los primeros taxónomos, aunque recientemente Sánchez Romero (1973) la cita de Lobos de Afuera; hacia el sur se extiende sobre toda la costa chilena hasta el Cabo de Hornos, incluyendo las islas de Juan Fernández.

De acuerdo a esta distribución geográfica tan amplia, la proposición original de algunos nombres considerados más tarde meros sinónimos puede tener relevancia especial. Con excepción del nombre *Patella lepas* dado a esta especie por Gmelin, las primeras citas referidas todas vagamente a Perú o Costas del Perú, corresponden a los nombres *Concholepas concholepas* (Brug.) o *Concholepas peruvianus* Lamarck. Todas ellas, sin embargo, deben entenderse comprendiendo una extensión que incluye parte de la costa sur del Perú y del norte de Chile. Lesson (1830) la citó por primera vez de Talcahuano como *Concholepas peruvianus*, mencionando que los habitantes utilizaban su concha para obtener cal para sus construcciones y diferenció a estos ejemplares de los de Callao (Isla de San Lorenzo), sugiriendo que deberían admitirse 2 especies bien diferentes por la espira marginal y las escamas que erizan la caparazón de la una, mientras que la espira sería elevada, la concha robusta y maciza y la superficie casi lisa en la otra (1830: 403; 1833: Lám. 27).

Blainville (1832) interesado en precisar este problema taxonómico indicó que las diferencias constatadas por él eran: la disposición del umbo casi marginal en la especie del "Perú" (considerada como *Purpura peruviana*) y siempre por encima del borde en la de Chile (denominada por él *Purpura pileopsis*) . . . "dans la forme du borde gauche tou-

jours bien plus large dans celle-ci que dans celle-là, et même dans la largeur de la gotière qui sépare les deux dents avancées contigües à l'échancrure..." (op. cit. 244 - 245).

Las tendencias de considerar ya sea a una sola especie o a dos o más, se acentuaron en los años siguientes, predominando la primera favorecida por Kiener (1836 : 90) y, particularmente, por d'Orbigny (1841) quien en esa época hacía ver que la variación de "*Purpura concholepas*", según los lugares había motivado ya varias especies nominales. Precizando algunas características de tal variación, aclaró que los ejemplares de Valparaíso son a veces ligeramente imbricados pero, más a menudo, no tienen más que surcos ("sillons", aparentemente refiriéndose a las costillas) transversales, de los que cada cuatro hay uno más grande. Son también más ensanchados, mientras que "A Cobija, en Bolivia, et près d'Arica, au Pérou, ils sont toujours moins larges, moins évasés, remarquables par leur côtes plus régulièrement alternes une grosse et une petite, et couvertes de lames transverses, relevées et imbriquées comme des tuiles, tous sont noirs ou brun - noir uniforme, sans exception".

La diferencia de tamaño con los ejemplares de Valparaíso, más que la coloración, corresponden a una particularidad cuya constancia sería reforzada por las conclusiones de algunos investigadores con posterioridad. De la misma manera, el prestigio de d'Orbigny y la variabilidad en la ornamentación de la concha de una misma población adulta fueron, posiblemente, uno de los factores que llevaría a los investigadores de fines del siglo 19 y de la primera mitad del siglo 20, aceptando su sugerencia, a minimizar la importancia de su observación y a considerar a las poblaciones de Valparaíso y Arica (y más al norte) como una sola especie variable. Es más, este criterio se mantuvo a pesar de la proposición de nuevos nombres como los de *Concholepas imbricatus* Küster, 1858, y en especial los de *C. oblongus* Reeve, 1864 y *C.*

*patagonicus* Mabille, 1886. La proposición de estas dos especies tiene interés porque hasta esa época, la presencia de *C. concholepas* u otra especie al Sur del Golfo de Penas era dudosa aunque ya en 1860, Philippi comentara que había informaciones verbales de la presencia de esta (u otra especie) hasta el Estrecho de Magallanes. En efecto, Reeve (1864) sugirió crear una nueva especie para ejemplares de este género provenientes del "Cabo de Hornos y Bahía del Buen Suceso" (Bay of Good Success) en la costa oriental de Tierra del Fuego, de forma oval, más alargada (itálicas mías) y con una escultura externa de costillas radiales irregulares, toscas, con nudosidades poco acentuadas (obsoletas).

Supuestas diferencias de coloración de las partes blandas entre ejemplares de *C. oblongus* del sur de Chile (Golfo de Penas) y *C. concholepas* del Perú, serían comentadas también por Tapparone-Canefri (1874), basado en parte en figuras de Kiener (1836), pero parecen poco relevantes al problema actual.

La presencia de ejemplares de *Concholepas* en los alrededores del Estrecho de Magallanes, se vio confirmada con las recolecciones de la Misión Científica al Cabo de Hornos, lo que llevó primero a Mabille (1886) y luego a Rochebrune y Mabille (1891) a describir una nueva especie del "Cabo de Hornos", denominándola *C. patagonicus*. Según estos autores la forma general es casi la de *C. oblongus* pero su espira sería menos elevada, menos terminal, apenas ventruda y la última vuelta, más atenuada en la base, con el borde columenar aplicado sobre el conjunto de la espira. Otras diferencias detalladas parecen menos significativas que las aquí anotadas.

Desgraciadamente, como en el caso de otras descripciones similares, no puede, en general, precisarse la constancia de tales diferencias, por falta de información. Por ejemplo, los ejemplares dibujados por Reeve (op. cit) para *C. oblongus* son dos, pero no se dan sus medidas como ocurre con las especies de su obra en general, siendo muy posible que también como en otros casos correspondan al tamaño natural. Tampoco se sabe cuantos ejemplares fueron estudiados por Mabille (1886; 1891), aunque los extremos de medidas publicadas en la descripción de *C. patagonicus* sugieren al menos dos ejemplares. Pese a ello, la identidad total de ambas especies no puede dudarse, lo que sugiere que las poblaciones del extremo sur de Chile tienen alguna variación individual, como ocurre con las poblaciones de la zona central. La posible existencia de diferencias más significativas con estas últimas es un problema a estudiarse.

La cita de un *Concholepas* de las islas Falkland por Gmelin (1791, su variedad beta) no ha podido

ser corroborada y Carcelles, en una revisión más o menos reciente (1954), aseguraba que en sus varios viajes por la región magallánica y fueguina, nunca pudo obtener ningún ejemplar fresco, ni rodado.

De no conocerse otra información más que aquella proporcionada por la literatura publicada, se podría dudar de su abundancia al sur de Talcahuano, y aceptar el óptimo propuesto por d'Orbigny, pero es indudable que esta especie es tan abundante en Valdivia como en los canales de Chiloé y las islas Guaitecas, donde el autor la ha observado en abundancia en profundidades de 3 a 8 metros. Tampoco puede dudarse de su existencia hasta el Cabo de Hornos, aunque su abundancia en esa zona sea imprecisa o escasa si representara el límite de distribución de la o una de las especies descritas.

¿Hay antecedentes publicados recientes que precisen por lo menos algunos aspectos de su variación?

Schwabe (1959) publicó un análisis merístico de un total de 902 conchas, agrupadas en 10 muestras, provenientes de un número correspondiente de localidades entre Aysén, Chile y Pisco, Perú. Midió longitud, anchura, altitud, peso y volumen (de la cavidad) de la concha. De la representación de las razones, de la combinación de diversas medidas y de la variación observada, concluye que se trata de una especie cuya distribución óptima se encontraría entre Corral y Valparaíso, observándose hacia el norte tanto una disminución de las medidas absolutas como un aumento relativo de la longitud y de los coeficientes de variabilidad obtenidos. Hacia el sur se constataría una disminución gradual. Fuera de estos resultados, su conclusión más importante sería que los valores permitirían caracterizar índices y, distinguir por ellos, muestras provenientes de cualquiera de las localidades estudiadas.

Los resultados son, en mi opinión, de gran valor pero susceptibles de interpretarse de otra manera, más acorde con postulados de la biología evolutiva. Estadísticamente, algunas de sus muestras son decididamente menos representativas que otras, por lo menos en cuanto a número. Una desventaja enorme de su metodología es que no considera clases de tamaño, ni los valores máximos y mínimos de sus muestras. Sólo en el caso de una pocas conchas especifica estos valores (véase su tabla 4).

En la tabla 1 y figura 1 he resumido parte de su información, efectuando una representación directa de los valores promedios de sus muestras e incluyendo los valores máximos (individuales) conocidos para la longitud y el ancho de la concha, en aquellas muestras en que lo especifica.

Se constata que tanto los promedios como los máximos, son más elevados en las poblaciones provenientes de Aysén a Los Vilos que en las muestras de más al norte. Pese a que algunas de las muestras

**TABLA 1**  
**TOTAL DE EJEMPLARES, PROMEDIOS DE TAMAÑO Y PESO,**  
**Y MEDIDAS MAXIMAS DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS POR SCHWABE (1959)**

Localidad	Nº ejemplares	LONGITUD		ANCHO		ALTO		PESO	
		$\bar{x}$	máx.	$\bar{x}$	máx.	$\bar{x}$	máx.	$\bar{x}$	máx.
10 Pisco	95	7.1	—	5.1	—	3.0	—	37.7	—
9 Antofagasta	224	6.0	11.9	4.3	8.6	2.5	5.3	23.4	159
8 Caldera	20	9.2	—	7.0	—	4.2	—	88.4	—
7 Los Vilos	27	12.1	14.5	7.6	11.4	5.4	8.4	152.2	493
6 Concón	56	11.6	—	8.9	—	5.9	—	211.5	—
5 Tumbes	176	11.7	14.6	8.7	12.3	5.9	8.7	191.8	458
4 Sta. María	72	11.5	12.8	8.6	9.5	6.0	7.9	182.7	265
3 Corral	128	11.0	13.1	8.1	9.8	5.4	4.3	167.2	254
2 Ancud	80	11.7	14.8	7.8	—	5.8	—	164.7	—
1 Aysén	24	11.1	14.7 12.7	7.6	8.0	5.4	6.2	152.2	205

**TABLA 2**  
**TOTAL DE EJEMPLARES, RANGOS DE LONGITUD**  
**Y PROMEDIOS DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS POR LOZADA ET AL. (1976).**

Localidad	Nº	Rango	$\bar{x}$	Moda
12 Arica (Nov. 1973)	200	5.4 - 11.7	8.50	9.0
11 Iquique (Dic. 1973)	236	6.3 - 9.9	8.05	8.1
10 Punta Saliente (1970 - 71)	564	4.5 - 13.5	8.61	9.0
9 Los Vilos (No indica)	854	1.8 - 14.4	9.07	9.9
8 Montemar (No indicada)	149	6.3 - 11.7	8.94	9.0
7 San Antonio (Sept. 1968 - Feb. 1969)	1.530	4.5 - 11.7	9.16	9.9
6 Dichato (Sept. 1969)	111	6.3 - 13.5	10.22	10.8
5 Cal. Leandro (Feb. 67 - En. 68)	1972	3.6 - 11.7	8.48	9.0
4 Talcahuano (1971 - 72)	646	4.5 - 12.6	9.27	10.8
3 Coronel (Oct. 71 - En. 72)	144	3.6 - 12.5	8.51	8.1
2 Hueihue (Agost. 1972)	193	6.3 - 13.5	9.27	9.0
1 Pumalín (Feb. 1973)	98	6.3 - 13.5	10.58	10.8



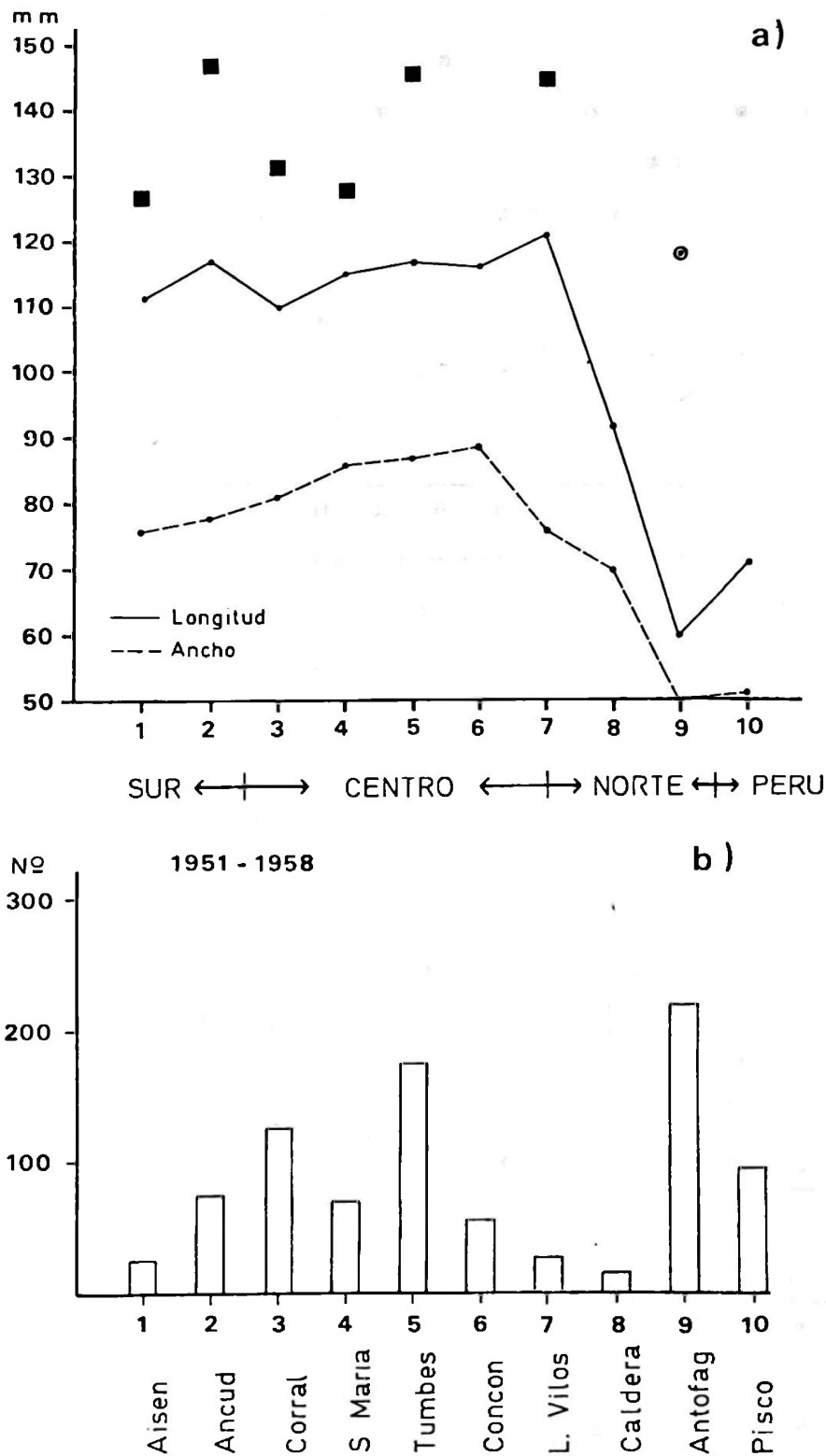


Fig. 1 a) Distribución de promedios de tamaño y longitud máxima de las muestras de *Concholepas concholepas* estudiadas por Schwabe (1959). Los cuadrados negros y círculo blanco representan el tamaño máximo registrado.  
 b) Total de ejemplares y localidades correspondientes de las mismas muestras.

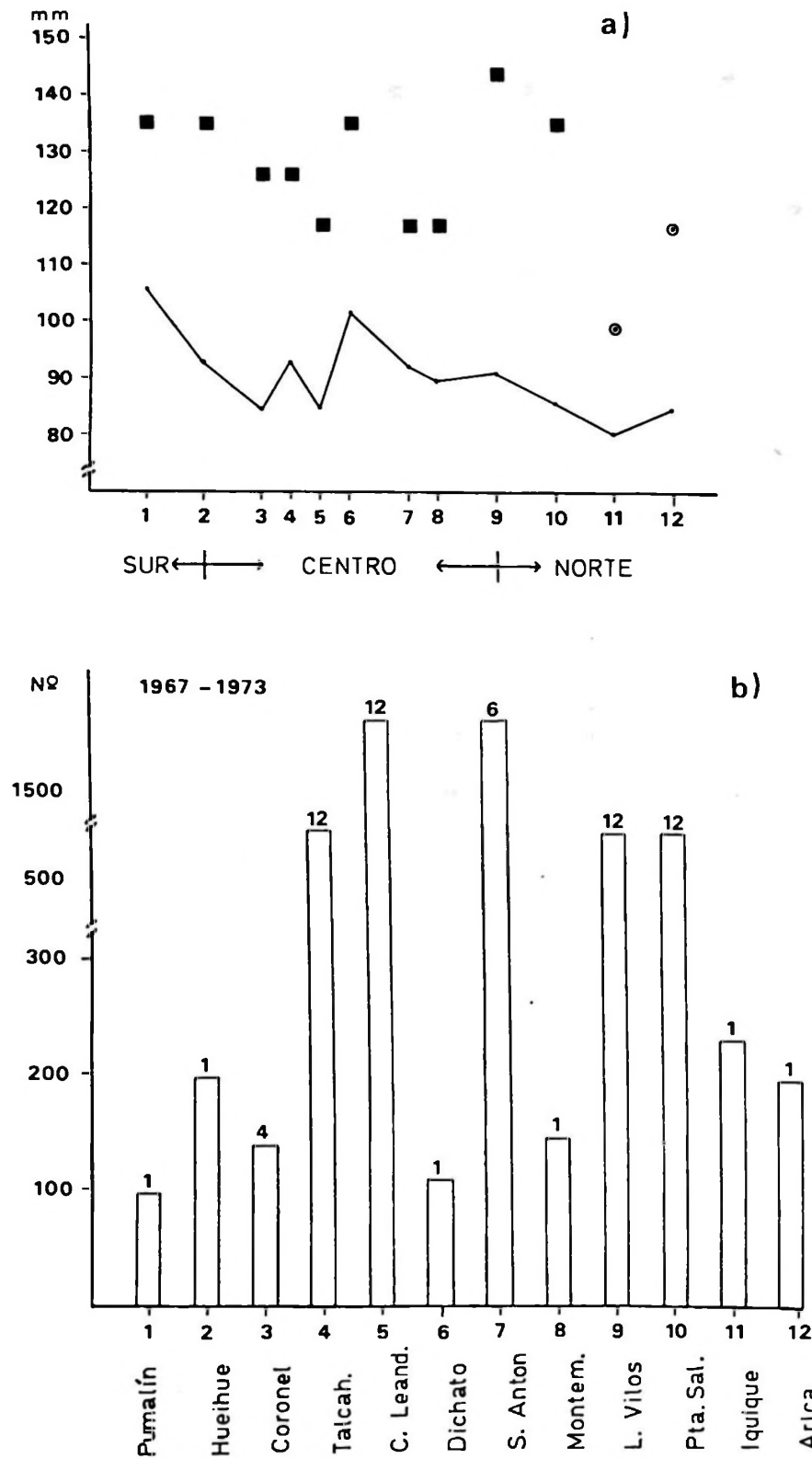


Fig. 2 a) Distribución de promedios de tamaño (longitud máxima) de las muestras de *Concholepas concholepas* estudiadas por Lozada et al. (1976). Los cuadrados negros y círculos blancos representan el tamaño máximo registrado en cada muestra.  
 b) Total de ejemplares y localidades correspondientes de las mismas muestras. Los números sobre las columnas indican el número de muestras mensuales que sumó el total de ejemplares obtenidos.

poseen un número de ejemplares comparativamente reducido, no existen modificaciones de las curvas que sean notoriamente influenciadas por ellas (muestras 1, 7 y 8). Las muestras de Schwabe fueron obtenidas en su mayoría en 1951, y otras pocas en 1958, es decir, en una época en que la explotación de esta especie no había alcanzado los extremos de las décadas de los sesentas y setentas.

Para establecer una comparación y corroborar la diferencia observada en las muestras de Schwabe entre el Norte (y Perú) y el Centro, hemos analizado desde este punto de vista información estudiada en otros aspectos por Lozada *et al.* (1976) y cediendo muy gentilmente por ellas. En la tabla 2 y figura 2 se presentan los resultados totales de 12 muestras obtenidas entre 1967 y 1973, en 12 localidades de la costa chilena, cubriendo una extensión aproximadamente comparable a la estudiada por Schwabe (op. cit.).

Se constata que la curva de los promedios es bastante diferente a la obtenida con los datos de Schwabe en la figura 1. Así, mientras que estos últimos son en las muestras de Chile central siempre superiores a 110 mm, ninguna de las muestras de Lozada *et al.* es superior a ese valor y la mayoría quedan en un rango entre 85 y 95 mm, excepto en el caso de las muestras de Pumalín y Dichato que tienen valores promedios entre 100 y 110 mm. (Fig. 2). En consecuencia, a pesar de que los máximos son comparables a los de Schwabe incluso en las muestras del norte, los promedios del centro son mucho más bajos y, al contrario, los del norte son más altos enmascarando la diferencia sugerida en los datos de Schwabe. Parecería, pues, que los promedios de las muestras de Lozada *et al.*, mucho más numerosas en individuos, invalidaran la hipótesis de una marcada diferencia en las poblaciones del norte; sin embargo, hay varios aspectos complementarios importantes de considerar:

- a) en primer lugar, es indudable que los *promedios de tamaños* disminuyen hacia el norte;
- b) es igualmente obvio que los promedios de las muestras de Lozada *et al.*, de Coronel, Caleta Leandro y particularmente Los Vilos son más bajos porque incluyen clases de menor tamaño que los restantes;
- c) también es claro en la figura 2, que los tamaños máximos registrados para las muestras de Iquique (11) y Arica (12) son menores que para las muestras de Chile central;
- d) finalmente, los máximos registrados para todas aquellas localidades donde la explotación es intensa: Coronel (3), Talcahuano (4), Caleta Leandro (5), San Antonio (7) y Montemar (8), son decididamente inferiores a los de aquellas otras donde la explotación es menos intensa y/o más reciente, por ejemplo, Dichato (6), Punta

Saliente (10) y los lugares de Chiloé (1 y 2 en Fig. 2).

Todo lo anterior, parece demostrar como ha sido indicado por diversos autores con anterioridad, que las poblaciones del norte de Chile son diferentes y de menor tamaño promedio que las del centro y sur de Chile. La magnitud de tales diferencias posiblemente tenga no sólo valor adaptativo sino también taxonómico.

Serían sólo de valor adaptativo si las diferencias correspondieran a variación climal, pero la gran extensión geográfica ocupada por las poblaciones de menor tamaño, equivalentes casi a la que ocupan las poblaciones de mayor tamaño del litoral centro-chileno, descarta este tipo de variación y sugiere una categoría taxonómica diferente, por desgracia, aún no corroborable por falta de información (Fig. 5).

Como ejemplo paralelo, el estudio de ejemplares de una población de isla Robinson Crusoe, Archipiélago Juan Fernández demuestra lo razonable de esta conclusión.

La presencia de poblaciones de *Concholepas* en Juan Fernández es conocida ya por algunos naturalistas chilenos pero, no hay registro previo en la literatura taxonómica de su presencia allí, salvo por Lozada *et al.* (op. cit.). El solo hecho que el aislamiento geográfico de tales poblaciones (de las del litoral chileno continental) es permanente, debido a las características de la circulación oceánica en esa longitud, validaría la proposición de considerarlas diferentes. Esta conclusión se ve corroborada por las siguientes características morfológicas:

- 1) La población de *Concholepas* de la isla Robinson Crusoe tiene una concha de abertura más larga y, en consecuencia, proporcionalmente más angosta que las de Chile central. Esta relación se aprecia muy claramente en la figura 6 de Acuña y Stuardo (este Simposio), en que se correlaciona el largo de la concha con su ancho en una muestra de 16 ejemplares de Juan Fernández con otra compuesta por 33 ejemplares provenientes de las proximidades del laboratorio de Montemar. Todos los ejemplares medidos tenían sus partes blandas, excepto por una concha de mayor tamaño proveniente posiblemente de Juan Fernández, incluida para registrar el tamaño máximo conocido en esa área. Se constata que ambas muestras presentan líneas de regresión separadas, aunque estadísticamente puedan considerarse similares.
- 2) La población de *Concholepas* de Robinson Crusoe tiene un pie más delgado que las poblaciones de Chile central, lo que se constata claramente en los ejemplares fijados, especialmente en los de mayor tamaño. Como consecuencia, la relación largo-peso de las partes blandas es también diferente en ambas localidades como se

demuestra en la figura 8 de Acuña y Stuardo (op. cit.).

- 3) El tamaño del opérculo en relación al de la concha es también comparativamente mayor en los ejemplares de la isla Robinson Crusoe que en las poblaciones de Chile central, lo que se representa en la figura 7 discutida por Acuña y Stuardo (este Simposio).
- 4) Lozada *et al.* (1976) compararon el tamaño del diente raquidiano entre ejemplares de la costa chilena continental y de la isla Robinson Crusoe. Concluyeron que en los ejemplares de la isla "es más pequeño, no obstante que la longitud de la abertura de la concha de los ejemplares de la isla es mayor que la de sus congéneres provenientes de otras localidades (Caleta Leandro)". Las medidas de los ejemplares estudiados por estos autores se repiten en la tabla 6. En los ejemplares de la isla Robinson Crusoe examinados por mí, no hubo diferencias apreciables con las medidas de los dientes raquidianos de

*Concholepas concholepas* de la zona central dada por los autores ya mencionados (tabla 5). Sin embargo, como se discute más adelante y como se ilustra en la figura 6, se constataron diferencias de tamaño en los dientes laterales, carácter susceptible de utilizarse como diferencia taxonómica.

Es posible que otras diferencias aparezcan al comparar la anatomía, dinámica de poblaciones, reproducción y etología. Las 4 anteriores, sumadas al aislamiento geográfico de esas poblaciones, justifican plenamente la separación de ellas en una subespecie que aquí se propone denominar *Concholepas concholepas fernandezianus subsp. nov.*

La descripción de esta nueva subespecie se incluye como apéndice a este trabajo. Sin embargo, el posible valor taxonómico de estas y otras diferencias aplicables a las poblaciones del litoral chileno, requiere considerar algunos otros elementos de juicio discutidos a continuación.

TABLA 3 DISTRIBUCION GEOLOGICA DE LAS ESPECIES DE <i>CONCHOLEPAS</i>						
País		Australia	Nva. Zelandia	Amér. del Sur	Amér. del Norte	Europa
Reciente		—	—	<i>C. concholepas</i>	—	—
Pleistoceno 2 m.a.	Temprano	—	—	—	—	—
	Medio	—	—	—	—	—
	Antiguo	—	—	<i>C. concholepas</i>	—	—
Plioceno 10 m.a.	Superior	—	—	<i>C. nodosa</i>	—	—
	Medio	—	—	—	—	—
	Inferior	—	—	<i>C. nodosa</i> <i>C. kieneri</i>	—	—
Mioceno 18 m.a.	Superior	—	<i>C. pehuensis</i>	—	—	—
	Medio	<i>C. antiquata</i>	—	—	—	<i>C. deshayesi</i>
	Inferior	—	—	—	<i>C. drezi</i>	—

NEOGENO

TABLA 4				
TAMAÑO DE LAS ESPECIES FOSILES DE <i>CONCHOLEPAS</i> COMPARADO A LOS PROMEDIOS DE 2 MUESTRAS DE MONTEMAR DE 100 (1) Y 42 (2) EJEMPLARES, RESPECTIVAMENTE				
Especie	Largo	Ancho	Alto	Autor
<i>C. antiquata</i>	39.6	39.4		Beu (1970)
	28.6	23.6		
<i>C. pehuensis</i>	35.0 (Holot.)	28.0		Beu (1970)
<i>C. drezi</i>	33.5 (Holot.)	33.6		Vokes (1972)
<i>C. deshayesi</i>	60.0 (Holot.)	59		Rambur (1862)
	51.0 (variedad)	48		
<i>C. kieneri</i>	52.0 (Holot.)	35		Hupé (1854)
<i>C. nodosa</i>	67.0	50	28	Herm (1969)
	61.0	47	21	
	54.0	34	19	
<i>C. concholepas</i> (Montemar)	71.01 (1)	54.19	30.78	Acuña y Stuardo (este simposio)
	63.83 (2)	49.24	24.07	

TABLA 5	
CLASIFICACION DE MURICACEA, INCLUYENDO GENEROS DE LA FAMILIA "THAIDIDAE" DE AUTORES	
Superfamilia MURICACEA	
Familia MURICIDAE	
Subfamilias	
Muricinae	
Aspellinae	
Tritonaliinae (= Ocenebrinae)	
Trophoninae	
Typhinae	
Ergalaxinae	
("Thaididae")	
Thaidinae. Géneros:	<i>Thas</i> ( <i>This</i> s.s., <i>Thaisella</i> , <i>Tribulus</i> , <i>Vasula</i> , <i>Stramonita</i> ), <i>Mancinella</i> , <i>Acanthina</i> (= <i>Monoceros</i> ), <i>Cymia</i> , <i>Purpura</i> , <i>Concholepas</i> , <i>Lepsiella</i> , <i>Lepsithais</i> , <i>Agnewia</i> , <i>Neothais</i> , <i>Haustrum</i> , <i>Nucella</i> , <i>Reishia</i> , etc.
Drupinae. Géneros:	<i>Drupa</i> (= <i>Ricinula</i> = <i>Sistrum</i> ), <i>Morula</i> ( <i>Morula</i> s.s., <i>Morunella</i> ), <i>Morulina</i> , <i>Cronia</i> , <i>Drupina</i> , <i>Drupella</i> , <i>Maculotriton</i> , <i>Urosalpinx</i> , <i>Nassa</i> , <i>Vexilla</i> , etc.
Rapaninae. Géneros:	<i>Rapana</i> , <i>Neorapana</i> , <i>Forreria</i> , <i>Chorus</i> , <i>Xanthochorus</i> .
Familia CORALLIOPHILIDAE	



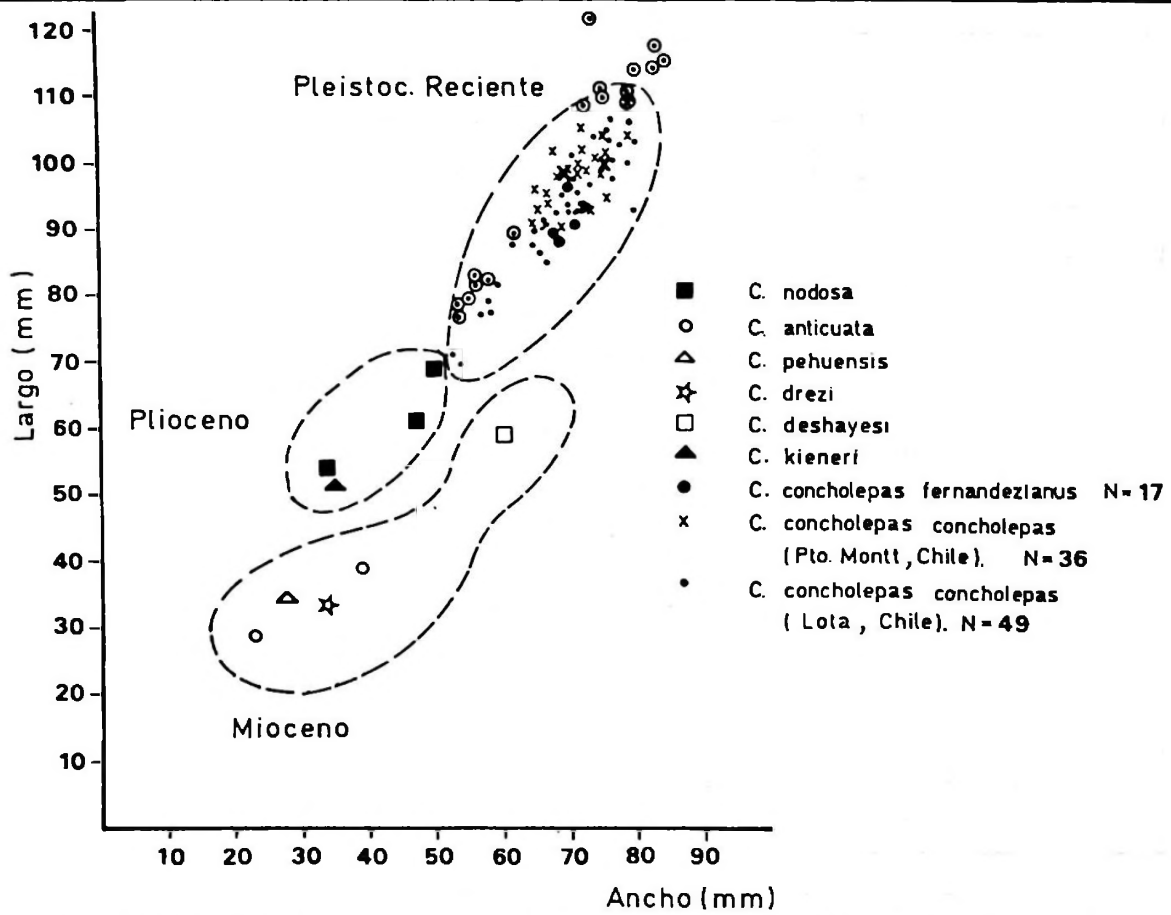


Fig. 3 Tamaño expresado como largo y ancho (en mm) de las especies fósiles de *Concholepas* y de la especie reciente.

Reciente	"Grupo" <u>concholepas</u>	
Pleistoceno		
Plioceno superior		"Grupo" <u>nodosa</u>
Plioceno inferior	<u>C. Kieneri</u>	?

Fig. 4 Antigüedad y derivación posible de las especies chilenas fósiles de *Concholepas*.

TABLA 6

TAMAÑO DE LA CONCHA Y DEL DIENTE RAQUIDIANO EN  
*C. CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS* (4 - 8) Y *C. CONCHOLEPAS FERNANDEZIANUS* (1 - 3)  
(\* según Lozada *et al.*, 1976)

	Abertura de la concha (mm.)		Diente raquidiano (micrones)		Diente lateral (micrones)	Localidad
	Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.	
1 *	100.0	—	264	180		Isla R. Crusoe
2	99	69	360	320	260 - 280	Isla R. Crusoe
3	89	63	320	260	220 - 240	Isla R. Crusoe
4 *	124	—	400	360	—	Antofagasta
5 *	125	—	334	348	—	Los Vilos
6	86.6	68.7	310	300	280 - 290	Montemar (pro- medios de 3 ejemplares)
7 *	98.0	—	380	237	—	Caleta Leandro
8 *	129	—	430	257	—	Pumalín

#### IV. ORIGEN, ANTIGUEDAD Y ESPECIACION DEL GENERO *CONCHOLEPAS*

En dos contribuciones relativamente recientes Beu (1970) y E. Vokes (1972) han discutido la historia geológica de este género considerada "respetable". Aparte de la especie reciente, *Concholepas concholepas*, se conocen las siguientes especies fósiles:

- 1) *Concholepas drezi* E. H. Vokes, 1972, de la formación Chipola, Mioceno Inferior de Florida Noroccidental, Calhoun County, Fla., U.S.A.
- 2) *C. deshayesi* Rambur, 1862, del Helvetiano y "Faluns de Touraine", Mioceno Medio de la Cuenca del Loira, Francia.
- 3) *C. antiquata* Tate, 1894, del Balcombiano (Helvetiano), Mioceno Medio, de Muddy Creek y Balcombe Bay, Australia.
- 4) *C. pehuensis* (Marwick, 1926) del Tongaporuan, Mioceno Superior, de North Taranaki, Nueva Zelandia.

De Chile se han descrito los siguientes fósiles:

- 5) *Concholepas kieneri* Hupé, 1854 (Lám. 3, fig. 19, 21). Esta especie descrita originalmente de "los terrenos Terciarios de Coquimbo", fue ubi-

cada en el Piso de Coquimbo (Mioceno o Plioceno; atribuido al Plioceno por Hoffetter *et al.*, 1957), por Möricke (1896) y considerada por él, "sin duda" como muy cercana y posiblemente como el antecesor de *C. concholepas*.

- 6) *C. nodosa* Möricke, 1896, fue descrita del Piso de Coquimbo, Chile. Herm (1969) la ha citado además de las Series Superior y Profunda del Plioceno de Caldera y Chañaral de Aceitunas.

La distribución estratigráfica de estas distintas especies y de *C. concholepas* se demuestra en la tabla 3.

Considerando la amplia distribución del género *Concholepas* durante el Mioceno, Beu (op. cit.) se pregunta por qué se encuentra restringido en la actualidad sólo a la costa occidental (sur) de Sudamérica. Sugiere que *C. concholepas* (y sus relativos del Plioceno) pudiera tener una vida larval más corta que la que tenían las especies del Mioceno. Es decir que, en estas últimas, el tener velíferas planctotróficas de vida más larga permitió una dispersión rápida y amplia de formas muy similares.

Efectivamente, como Beu lo sugiere *C. pehuensis*,

*C. antiquata* y en menor grado *C. deshayesi*, son especies relativamente parecidas y este es también el caso de *C. drezi*, con la escultura de la concha marcadamente más lisa y una espira más desarrollada que en los adultos de la especie reciente.

E. Vokes comenta que la asunción lógica que la especie de Florida por ser más antigua fuera ancestral tanto a las especies europeas como a las sudamericanas, no puede pasar de mera especulación; así ocurre, indudablemente, respecto de las especies restantes. Sin embargo, se han aventurado algunas otras conclusiones respecto de las características del género, sugiriendo que pueden haber cambiado en el tiempo.

Por ejemplo, E. Vokes (1972) informa que el ambiente de *C. drezi* era decididamente tropical y que los dos ejemplares en que se basa la especie fueron encontrados en las cercanías de un arrecife de coral. Concluye que, quizás, los primeros antecesores de la línea *Concholepas* se hallaban sobre coral y no en costas rocosas y aunque la amplia abertura indicaba estilo de vida esencialmente similar a la actual, el ambiente preciso puede haber sido diferente. Para explicar la concha delgada de esta y otras especies Miocénicas y la mayor profundidad de habitat sugerida al menos para las especies australásicas, Vokes supone que el "habitat original" del grupo puede no haber sido tan violento.

En consecuencia, y a diferencia de la especie actual, una concha gruesa no habría sido crítica para su supervivencia, mientras que sí lo habría sido para invadir la zona expuesta ocupada por el género en tiempos recientes.

Aun cuando el grosor de la concha no fuera resultado de un cambio de hábitos hacia aguas someras expuestas, es indudable que los requerimientos ecológicos del género han cambiado como lo ha planteado E. Vokes (op. cit.), limitando su distribución a la zona costera influenciada por las aguas relativamente frías de la corriente de Humboldt y subantárticas del extremo sur de Sudamérica. Esto, por otra parte, ocurrió a comienzos del Plioceno ya que con anterioridad no hay aparentemente especies de *Concholepas* en Sudamérica. Coincidentemente, las especies de este género desaparecieron de las otras áreas donde se hallaban presente en el Mioceno (Australia, Nueva Zelanda, América del Norte y Europa) para quedar limitadas a la costa occidental de América del Sur. ¿Por qué? Por ahora es mejor no intentar responder a esta pregunta ya que es posible que nuevos hallazgos o identificaciones más precisas de especies fósiles completen el cuadro distribucional tan pobre.

Sin embargo, hay otra pregunta que con la información disponible es necesario hacerse ¿Por qué si el género se encuentra en la costa occidental de Sudamérica, no ha habido una mayor radiación

y por qué se ha restringido allí su distribución a las zonas frías y cálido-templadas? A la primera pregunta debe responderse que ha habido alguna radiación, aunque algunas de las especies fósiles descritas han sido tratadas vagamente por autores recientes (Herm 1969; Beu 1970), quizás, en razón de las dificultades para establecer límites estratigráficos precisos y aplicar un concepto paleontológico de especie. Así, en el caso de *C. kieneri* no es claro si Herm (op. cit.) la considera una buena especie como a *C. nodosa* o, aparentemente, como una forma (Formenkreis) sin validez taxonómica de una "especie" fósil no definible. Tampoco se precisa la ubicación estratigráfica de *C. kieneri* respecto a *C. nodosa*, haciendo ver sólo que en el Plioceno aparecen ejemplares con costillas fuertes identificables en *C. nodosa*, y otros lisos, que corresponden bien a *C. kieneri* Hupé. En todo caso a juzgar por al menos algunas de las especies Miocénicas relativamente similares entre sí, las especies fósiles de Chile representan una línea filética diferente, con especies también más afines entre sí y con la reciente *C. concholepas* que, con respecto de las Miocénicas, excepto con *C. deshayesi*. *Concholepas kieneri* aparece como un "tipo" ancestral posible del cual han derivado *C. nodosa* y *C. concholepas* pero, por otra parte, la variación observada tanto en *C. nodosa* como en las conchas del Pleistoceno referidas a *C. concholepas* sugiere que, más que una especie *C. nodosa* o *C. concholepas* podría haber dos conjuntos de categorías afines definibles mejor con algunos de los criterios evolutivos que con el criterio taxonómico reglamentado. De este modo y sin entrar a discutir el concepto paleontológico de especie, considero más adecuado en el curso de esta discusión tratar a la variación constatada en *C. nodosa* y *C. concholepas* como complejos taxonómicos denominados "grupo *C. nodosa*" y "Grupo *C. concholepas*" refiriendo a la posibilidad de que cada uno de estos nombres encierre a más de una especie. Esto, además, parece fundamentado en el hecho que en una misma capa fosilífera no se encuentren formas muy diferentes, y que es precisamente en localidades fosilíferas diferentes en las que ellas aparecen (véase por ejemplo, lám. 18, figs. 1 a 4 de Herm op. cit. y su caracterización de *C. concholepas* del Pleistoceno y Reciente).

La figura 4 muestra una posible secuencia filogenética de las especies fósiles y Reciente de *Concholepas*. Nótese que *C. kieneri* se ha colocado en el Plioceno, en consideración a la incertidumbre de la antigüedad estratigráfica aplicable a la Serie inferior de la Formación Coquimbo (Coquimbo-Stufe, *vide* Steinmann 1896: 535 - 536), y especialmente de la Cueva (34°10' S), donde el geólogo Vladimir Kovacević ha encontrado varios ejemplares típicos de esta especie (comunicación

personal) uno de los cuales es representado en la lámina 3.

Se ha mencionado que *C. deshayesi* es de las especies Miocénicas la que más se aproxima a *C. concholepas* pero, indudablemente, la

similitud corresponde sólo a un buen caso de convergencia.

Mayores relaciones filogenéticas taxonómicas y estratigráficas se discuten en un trabajo ahora en preparación.

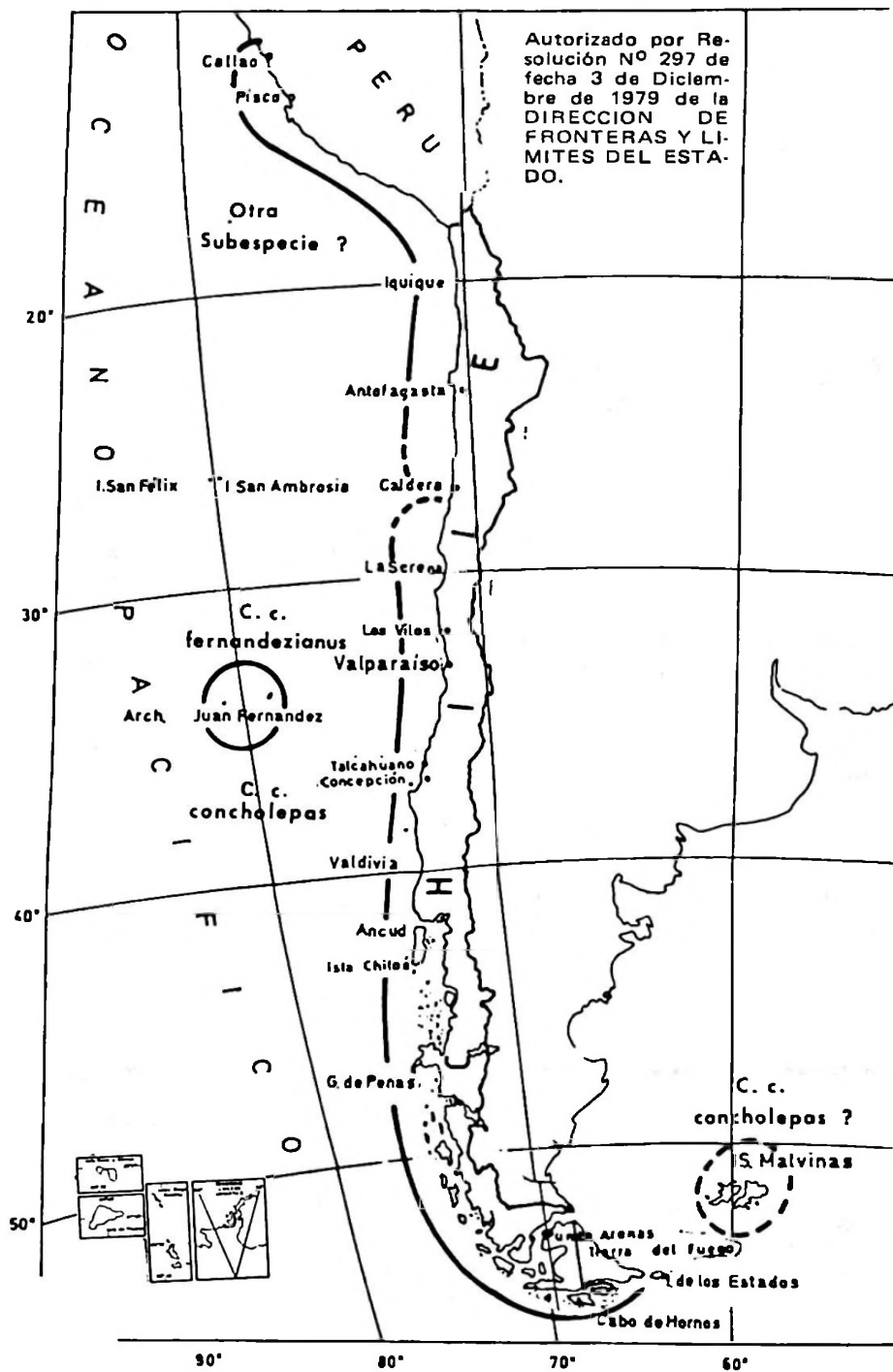


Fig. 5 Distribución geográfica actual de las subespecies de *Concholepas concholepas*

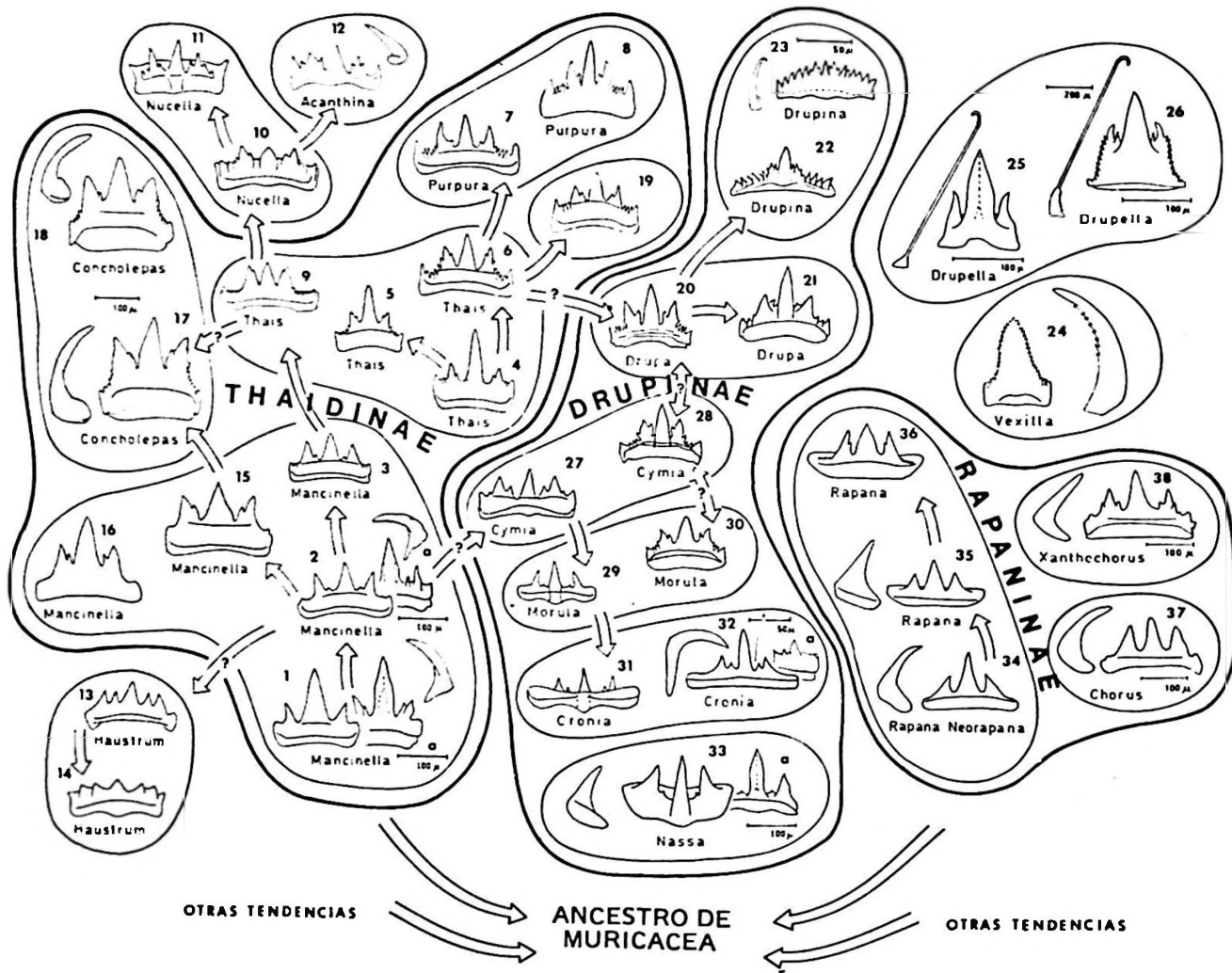


Fig. 6 Tipos de rádulas y afinidades de forma en géneros de las subfamilias asignadas a la "familia Thaididae" por diversos autores.

1. *Mancinella mancinella* (Linnaeus) (fide Cooke 1919, fig. 1, como *Thais gemmulata* Lam.) Durban; a) Ibid. (fide Cernohorsky, 1969, fig. 1) Islas Fiji.
2. *Mancinella tuberosa* (Röding) (fide Cooke, 1919, fig. 2, como *Thais pica* Blainville) Java; a) Ibid. (fide Cernohorsky, 1969, fig. 2) Islas Fiji.
3. *Mancinella deltoidea* Lam. (fide Cooke, 1919, fig. 3, como *Thais*) Barbados.
4. *Thais echinata* Blainville (fide Cooke, 1919, fig. 5) W. Australia. Esta especie es considerada como *Purpura* por Arakawa (1964 : 363) y como *Mancinella* por Kuroda et al. (1971).
5. *Thais coronata* Lam. (fide Cooke, 1919, fig. 11) Costa de Guinea.
6. *Thais haemastoma* Linn. (fide Cooke, 1919, fig. 11) Algeria, Cabo Verde.
7. *Purpura persica* Linn. (fide Cooke, 1919, fig. 15, como *Thais*) Colombo.
8. *Purpura panama* (Linné) (fide Arakawa, 1962, pl. 5, fig. 1) Japan.
9. *Thais chocolata* (Duclos) (fide Thiele, 1931, fig. 325) Chile.
10. *Nucella (Neothais) smithi* (Brazler) (fide Thiele, 1931, fig. 326)
11. *Nucella lamellosa* (Gmelin) (fide Cooke, 1919, fig. 30 aumentada; como *Nucella plicata* von Martens) Isla Vancouver.

12. *Acanthina monostoma* (Martyn) (fide Cooke, 1918, fig. 6 aumentada) Chile.
13. *Haustrum haustrum* (Martyn) (fide Cooke, 1919, fig. 23) Nueva Zelandia.
14. *Haustrum (Lepsiella) scobinum* (Quoy y Gaimard) (fide Cooke, 1919, fig. 24 como var. *tristis*) Nueva Zelandia.
15. *Mancinella succinta* (fide Cooke, 1919, fig. 17, como *Thais*) W. Australia.
16. *Mancinella siro* (Kuroda) (fide Arakawa, 1962, lám. 6, fig. 8) Islas Niijima y Hachijo, Japón.
17. *Concholepas concholepas* (Brugulère) Original. Montemar, Valparaíso.
18. *Concholepas concholepas fernandezianus* subsp. nov. Original. Juan Fernández.
19. *Agnewia tritoniformis* (Blainville) (fide Cooke, 1919, fig. 26).
20. *Drupa rubuscaesius* Röding (fide Arakawa 1965, lám. 13, fig. 5) Islas Yoron, Japón.
21. *Drupa ricinus* (Linn.) (fide Arakawa, 1965, lám. 13, fig. 1) Islas Hachijo, Japón.
22. *Drupina grossularia* (Röding) (fide Arakawa, 1965, lám. 13, fig. 8) Islas Yoron, Japón.
23. *Ibid.* (fide Cernohorsky, 1969, fig. 7) Islas Fiji.
24. *Drupella rugosa* (Boru, 1778) (fide Cernohorsky, 1969, fig. 10) Islas Fiji.
25. *Drupella cornus* (Röding, 1798) (fide Cernohorsky, 1969, fig. 8a) Islas Fiji.
26. *Vexilla vexillum* (Gmelin, 1791) (fide Thiele, 1931, fig. 324 *Jopas (Vexilla) taeniata* (Powis). Sin localidad.
27. *Cymia tectum* (Wood) (fide Cooke, 1919, fig. 31). Sin localidad.
28. *Cymia muricina* (Blainville) (fide Arakawa, 1965, lám. 14, figs. 19 - 20) Islas Hachijo y Yoron, Japón.
29. *Morula cancellata* Quoy (fide Cooke, 1919, fig. 32) Unkomaas.
30. *Morula funiculata* (Reeve) (fide Arakawa, 1965, lám. 14, fig. 4) Japón.
31. *Cronia amygdalus* (Klener) (fide Cooke, 1919, fig. 33) Estrecho de Torres, Port Jackson.
32. *Cronia margariticola* (Broderip) (fide Arakawa, 1965, lám. 13, figs. 13, 14) Islas Yoron, Japón; a) como *Morula* (fide Cernohorsky, 1969, fig. 20a) Islas Fiji.
33. *Nassa sarta* (Brugulère) (fide Thiele, 1931, fig. 323 como *Jopas sertum* Lamarck); a) *Ibid.* (fide Cernohorsky, 1969, fig. 21 a).
34. *Rapana bezoar* (Linn.) (fide Thiele, 1931:288, fig. 309).
35. *Rapana thomasi* Crosse (fide Arakawa, 1964, lám. 21, figs. 9 y 10) Islas Shikonoshima, Japón.
36. *Rapana bulbosa* Sol. (fide Cooke, 1919, fig. 29) Durban; Karachi.
37. *Chorus giganteus* Lesson. Original. Montemar, Valparaíso.
38. *Xanthochorus cassidiformis*. Original. Montemar, Valparaíso.

## V. CARACTERES MORFOLOGICOS Y TENDENCIAS EVOLUTIVAS

Es indudable que para que el taxónomo se acerque a una clasificación más precisa y más "natural", debe interpretar aquellas tendencias evolutivas más claramente expresadas en la morfología funcional, en la ecología y en la etología de los organismos clasificados. Veamos si en el caso del "loco" es posible obtener al respecto conclusiones, revisando algunos caracteres morfológicos utilizados tradicionalmente en la diagnosis de las especies de moluscos: la concha, la rádula y las partes blandas.

### La concha

Em primer lugar es necesario llamar la atención sobre las relaciones morfológicas de la concha en las especies fósiles.

Se ha mencionado que, en opinión de diversos autores, las especies Miocénicas de *Concholepas* tenían conchas más delgadas que las especies descritas de épocas geológicas posteriores, y una espira más desarrollada y extendida. Es también obvio que eran más pequeñas, como se constata en las medidas de la tabla 4 y de la figura 3. En esta última, se han representado los valores de longitud y ancho de la concha de las especies fósiles según

varios autores, comparándolas con medidas similares de la especie Reciente en: a) dos muestras de poblaciones de *Concholepas concholepas*, una proveniente de Lota, compuesta por 49 ejemplares y otra de Puerto Montt, formada por 36 ejemplares, y b) una muestra de 16 ejemplares de *C. concholepas fernandezianus*.

Del trazado de estos valores se desprende otro carácter importante: las especies Miocénicas presentaban una abertura (y un contorno general), obviamente más redondeada que la de las especies Pliocénicas y Recientes, en las que es más alargada.

Considerando que las especies post-Miocénicas son conocidas sólo en la costa occidental de Sudamérica y de Chile en particular, es importante concluir que aquí se produjo una tendencia evolutiva y filogenética que condujo al alargamiento y mayor tamaño, que se ha mantenido y que, además, tiende aparentemente a acentuarse, quizás como resultado de la reducción de la espira en combinación con otras presiones selectivas. La constancia de esta tendencia claramente diferenciada en las regresiones de la figura 3, sugiere que las especies pliocénicas, en particular el "Grupo" *C. nodosa* y en menor grado *C. kieneri* podrían representar el ancestro del cual *C. concholepas* se



habría derivado. ¿Pero, qué otras afinidades filogenéticas habría: si el tamaño es tan diferente? En realidad, las diferencias de tamaño puede que no sean tan extremas como las medidas originales lo sugieren ya que las especies Pliocénicas parecen alcanzar tamaños mayores que los representados en la figura 3 y en la tabla 4. Esto se desprende de estudios ahora en curso y de una de las figuras de Herm (op. cit., fig. 3) asignada por él a un ejemplar rodado de *C. nodosa* que, en mi opinión, corresponde a *C. kieneri*.

En este sentido es lamentable que Herm (op. cit.) trate a *C. kieneri* de manera tan vaga y que, en *C. nodosa* incluya bajo la misma denominación, a formas que muy posiblemente corresponden a especies diferentes. En consecuencia, a objeto de precisar mi interpretación de las tendencias constatables en el Plioceno y Pleistoceno - Reciente, debo dejar en claro que considero a *C. kieneri* como una especie válida y diferente de *C. nodosa*, identificable por los siguientes caracteres más importantes:

- 1) Forma más fusiforme;
- 2) labio externo poco desarrollado, unido claramente al reborde parietal en un punto donde no hay un callo (inductura) parietal;
- 3) hendidura sifonal estrecha;
- 4) peristoma discontinuo sobre el labio parietal.

En la actualidad se considera a *C. kieneri* con una superficie lisa o casi lisa, lo que no es efectivo porque presenta costillas poco salientes pero no lisas sino con nódulos, muy marcados en algunos ejemplares, lo que también fue indicado en la descripción original (no así figurado) por Hupé (1845), al menos para la última vuelta, que "lleva hacia su parte superior un ángulo espiral obtuso y subnoduloso". Parecería, en consecuencia, como se muestra en la lámina 3, figura 20 que *C. kieneri* es característicamente más noduloso que liso, reclamando una propiedad que ha sido atribuida, al menos por el nombre, a *C. nodosa*.

*C. kieneri* Hupé fue también caracterizada en la descripción original por presentar entre las costillas principales, "estrías paralelas" poco numerosas, que corresponden a costeletas (costillas secundarias) y de las que se cuentan hasta 6 en algunos interespacios de la figura original.

*C. nodosa* Möricke fue descrita en base a un ejemplar pequeño, cuyas medidas no fueron publicadas en la descripción original pero que, de acuerdo a la figura que lo representa, mide aproximadamente 26.4 mm de alto y 18.8 de ancho (abertura  $\pm$  25.6 x 16.2 mm). Fue caracterizada y diferenciada de las otras especies por 6 costillas espirales fuertes y anchas provistas con 3 a 4 nódulos, y con 1 a 2 costeletas finas que aparecen en los interespacios sólo en el tercio superior de la última vuelta.

Indudablemente, los nódulos en *C. nodosa* no representarían un carácter permanente, si las figu-

ras 1 y 2 de Herm (op. cit.) corresponden efectivamente a ejemplares de esta especie, de mayor tamaño que el holotipo. En ellos no se observan nódulos en las costillas sino escamas tubulares (espinas hióticas) y/o escamas imbricadas que, según este mismo autor, se forman por la superposición de las costillas espirales y las estrías axiales de crecimiento. Cualquiera sea su origen, no corresponde a nódulos propiamente tales, pese a que Herm asume que estas escamas "im abgerollten Zustand Knoten bilden (vgl. Holotyp. Möricke 1896, l.c.)".

Si escamas y nódulos no tuvieran un origen común, habría la posibilidad de que el holotipo de *C. nodosa* fuera sólo un juvenil de *C. kieneri* (como se entiende aquí), más aún si se considera que los holotipos de estas dos especies provienen de la misma área. Sin embargo, la evaluación de otros caracteres como son, los interespacios totalmente lisos en *C. nodosa* (excepto en el tercio superior de la última vuelta), la reducción de la espira en los ejemplares de mayor tamaño y la forma general, sugieren, por el momento, que el holotipo de Möricke y los ejemplares de mayor tamaño (sin nódulos pero con escamas y espinas tubulares) figurados por Herm, corresponden a la misma especie.

La inserción del labio externo en el reborde parietal, es todavía clara en *C. nodosa* y, según Herm (op. cit.), aún no se ha cerrado el peristoma determinando que no haya "Keine zusammenhängende, breite, wullstartige Verbindung der Columellarlippe mit der Aussenlippe im adapicalen Teil der Mündung wie bei *C. concholepas*".

Otras características, como la variación de 5 a 9 costillas asignadas por Herm (op. cit.) a *C. nodosa*, tendrán que evaluarse en relación a la identidad de los niveles stratigráficos de distintas localidades y, a las características generales de los ejemplares encontrados en ellos.

Tendencias hacia una concha más redondeada o alargada son también notorias en *C. concholepas*, lo que determinó la proposición de una nueva subespecie en este trabajo y sugiere la posible existencia de otras.

*C. concholepas* es descrita por Herm (op. cit.) y otros autores, del Pleistoceno y Reciente. Respecto de la ornamentación en tal "grupo" fósil-Reciente, hay la impresión de que una misma población local, tendría ejemplares con una ornamentación igual o similar, lo que ha llevado a Herm (op. cit.) a concluir que la ornamentación es no sólo localmente distinta sino que quizás ecológicamente dependiente (?). Pese a tal variación, se reconocería, según este mismo autor, el siguiente tipo básico de ornamentación que separaría a esta "especie" del Pleistoceno y Reciente de "la" del Pleistoceno:

"7 a 13 fuertes costillas espirales, con 2 a 3 costillas espirales más finas en los interespacios, de las

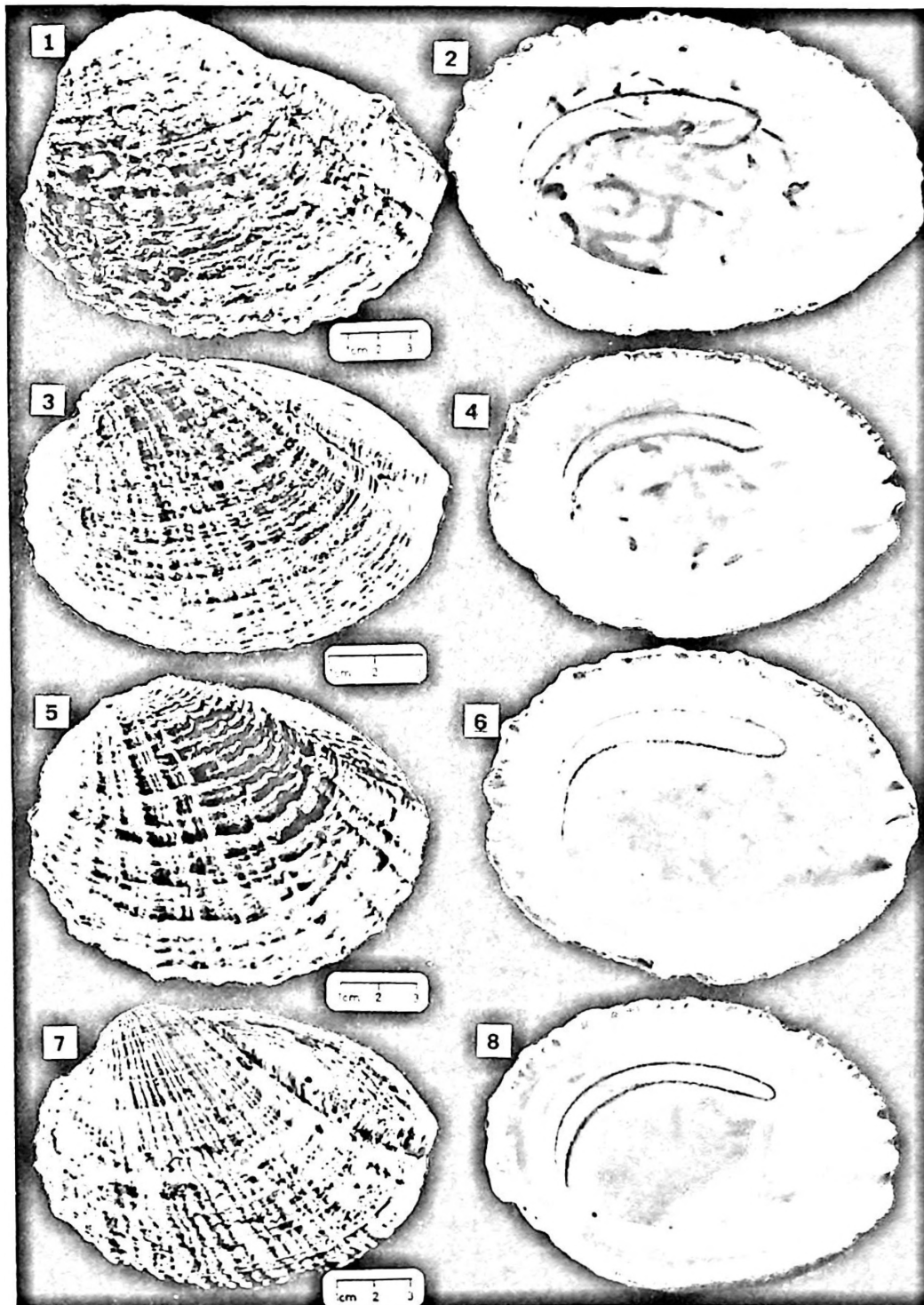


Lámina 1

Figs. 1 a 8 *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789). Vista externa e interna de 4 ejemplares, mostrando variación de forma y escultura.  
 (1 - 2) Ejemplar de Los Villos, Chile. (3 - 8) Ejemplares de Montemar, Valparaíso, Chile.

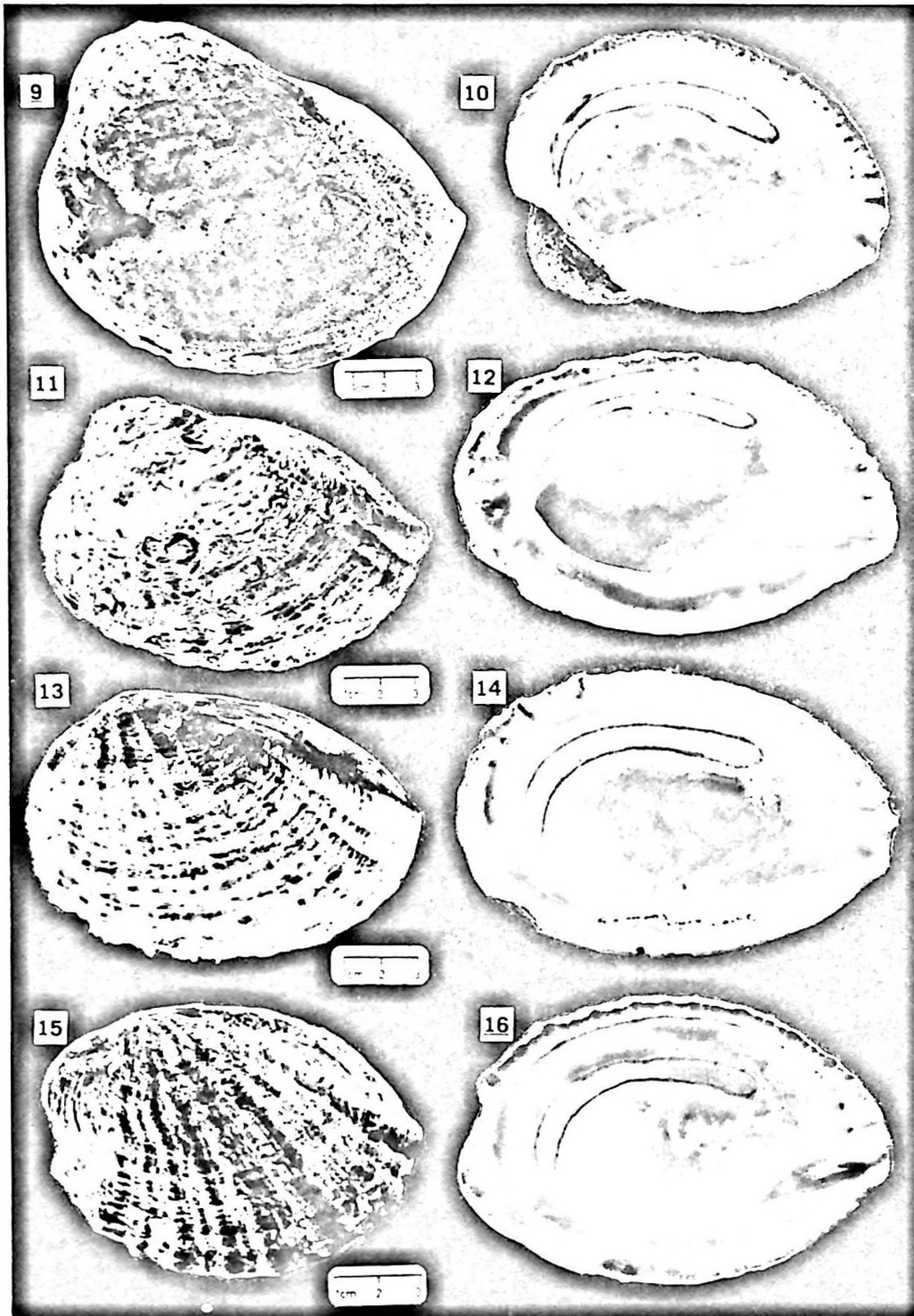


Lámina 2

Figs. 9 a 16 *Concholepas concholepas fernandezianus* Stuardo, *subsp. nov.* (9 - 10) Ejemplar de gran tamaño, no paratipo, de las colecciones del Museo Nacional de Historia Natural, Santiago. (11-12, 15-16) Paratipos. Isla Robinson Crusoe, Archipiélago de Juan Fernández, Noviembre de 1978. Col. Cooperativa de Pescadores. (13-14) Holotipo. Isla Robinson Crusoe, Archipiélago de Juan Fernández. Col. R. Desqueyroux.

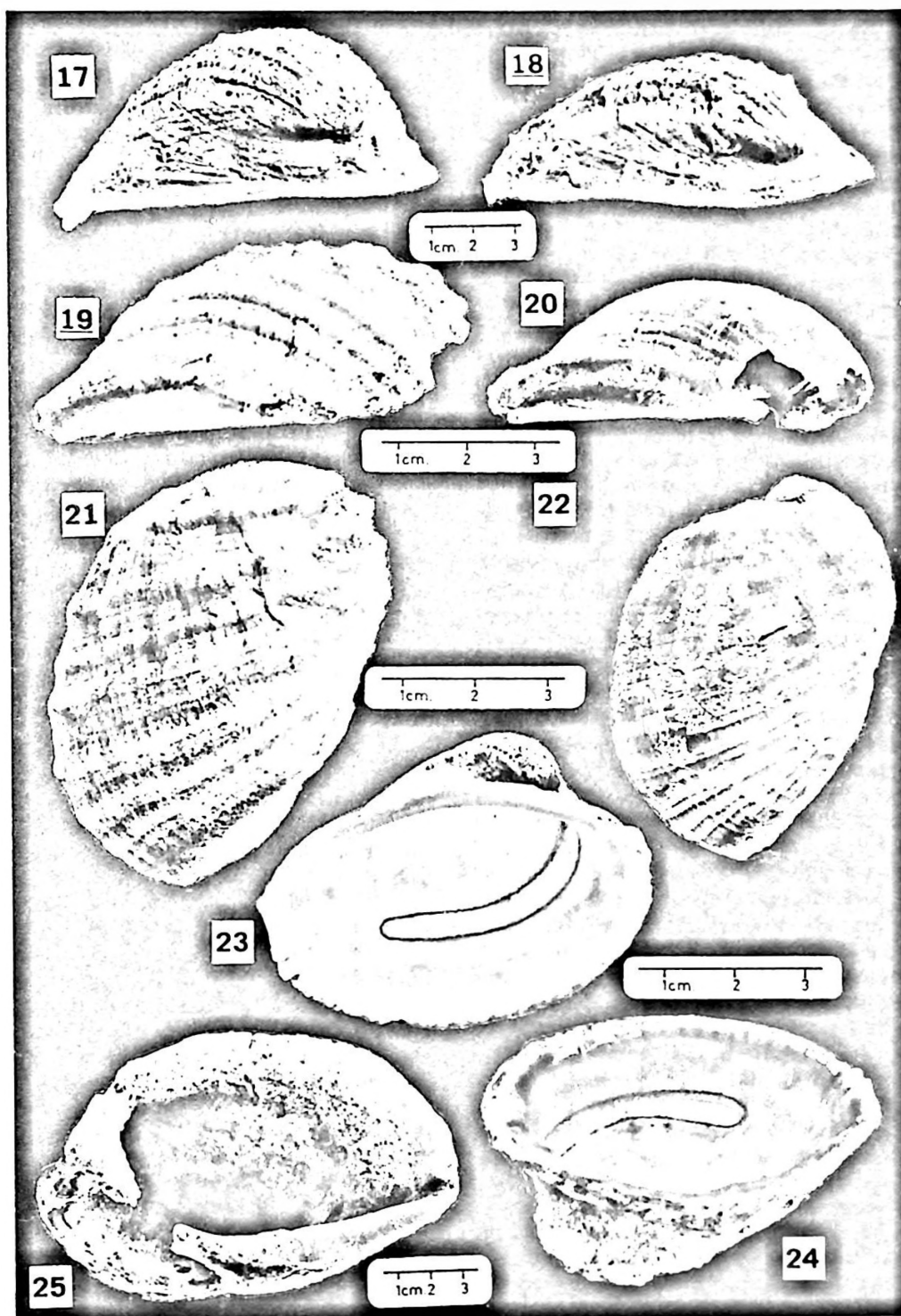


Lámina 3

- Fig. 17 *C. concholepas* (Brug., 1789) Vista lateral de un ejemplar de Montemar, Valparaíso.
- Fig. 18 *C. concholepas fernandezianus* Stuardo *subsp. nov.* Vista lateral de un paratipo de la Isla Robinson Crusoe, Arch. de Juan Fernández.
- Fig. 19 *Concholepas* sp. (probablemente *C. nodosa* Möricke, 1896) Fósil. Vista lateral de un ejemplar de Caldera (?). Préstamo del geólogo V. Covacevich.
- Fig. 20 *C. kieneri* Hupé, 1854. Fósil. Vista lateral de un ejemplar proveniente de Estero del Ganso, La Cueva. Préstamo del geólogo V. Covacevich.
- Fig. 21 Vista dorsal del ejemplar de la figura 19.
- Fig. 22 Vista dorsal del ejemplar de la figura 20.
- Fig. 23 *C. concholepas* (Brug., 1789), Vista Interna de un ejemplar mostrando distancia de la Impresión muscular al borde de la concha.
- Fig. 24 *C. concholepas fernandezianus* Stuardo *subsp. nov.* Vista Interna de un ejemplar mostrando, comparativamente, una distancia menor desde la Impresión muscular al borde de la concha, que en la figura 23.
- Fig. 25 *C. kieneri* Hupé, 1854. Vista frontal del ejemplar de las figuras 20 y 22.



cuales la del medio es a menudo más marcada aunque todas pueden ser también del mismo grosor. A esta escultura espiral se sobreponen fuertes líneas axiales de crecimiento de las que cada 3 a 5 más finas, aparece una más fuerte, a modo de costilla. Esta superposición forma un diseño de mallas o rejillas casi cuadradas.

Es común a todos los ejemplares la formación, muy fuerte del labio interno, que se hace ancho y evertido, uniendo la región parietal superior con la parte más alta del labio interno . . ." (Herm, op. cit.: 137; traducción).

Algunos aspectos de la variación se ilustran en la lámina 1.

De esta discusión de las características generales de la concha, puede concluirse que, aparte de las tendencias ya sugeridas de aumento de tamaño, alargamiento, unión peristomal y de la aparición de nódulos o escamas de costillas secundarias intercostales, la caracterización de ornamentación y forma de la concha no han sido satisfactoriamente analizadas para precisar la especiación del género *Concholepas* en Chile y su área de distribución actual. Se sugiere, pues, considerar a las siguientes estructuras y relaciones de la concha en el estudio futuro de poblaciones fósiles y Recientes.

- a) Tamaño: de la concha en general, de la abertura y de la espira. Relaciones de tamaños entre juveniles y adultos.
- b) Forma: de la concha y de la abertura. Características del peristoma.
- c) Escultura: número y grosor de las costillas primarias y secundarias; tamaño y forma de las escamas, várices, etc. Variación entre juveniles y adultos.
- d) Área sifonal: características de la hendidura sifonal, reborde columelar, dientes terminales del labio externo. Variación entre juveniles y adultos.
- e) Posición y desarrollo del umbo: Variación entre juveniles y adultos.
- f) Tamaño y forma del opérculo. Variación entre juveniles y adultos.
- g) Relación de crecimiento de los distintos ejes. Variación entre juveniles y adultos.

Respecto a este último punto, adelantado por Schwabe y constatable por cualquiera que haya estudiado poblaciones diferentes, los valores de regresión o sus pendientes varían en cada caso; sin embargo, tal variación no será caótica si se comparan muestras igualmente representativas. El peligro de tales cálculos es que si no son muestras comparables y si no se reconocen ritmos de crecimientos diferentes entre juveniles y adultos, las pendientes calculadas serán necesariamente diferentes. A pesar de ello, en el caso de la relación ancho-largo de la concha, la variación parece ser poco significativa, al menos en las poblaciones del litoral centro chileno (Lozada *et al.*, 1976; Acuña

y Stuardo, este Simposio). Por el contrario, este no es el caso de la relación largo-altura máxima de la concha, ya que en esta última medida, se constata una dispersión que es el resultado natural de una variación morfológica considerable.

h) Tamaño, número de vueltas y escultura de la protoconcha (vuelta nuclear).

La importancia de este carácter para precisar no sólo duración del período larvario pelágico, sino para establecer diferencias entre poblaciones se discute en otras contribuciones a este simposio.

### *La rádula*

La importancia de este órgano puede no tener en la actualidad el valor sugerido en la obra monumental de Troschel y Thiele (1856 - 1893) para subdividir a los Prosobranquios, pero es indudable su utilidad taxonómica, sobre todo a nivel supra-específico. Tal es la opinión de E. Vokes (1964) al afirmar que, de todos los criterios utilizados para la diferenciación de subfamilias de Muricea la rádula es el más consistente, lo que ha determinado que sus características sean incorporadas tanto en el diagnóstico de las subfamilias como en el de los géneros y de las especies (Wu 1965a).

Es conocido que los gastrópodos exhiben una diversidad muy grande en los tipos y formas de alimentación, variando desde tipos generalizados y posiblemente primitivos a otros muy especializados. Por ello, la rádula aún considerándose un órgano de alimentación primitivo, presenta una gran plasticidad adaptativa de forma y función y no puede dejar de considerarse, filogenéticamente, como un elemento taxonómico importante. El conocimiento detallado de esta estructura, combinado al de otros caracteres de forma y función del aparato digestivo y de la etología de la alimentación permitirán, en último término, valorar su importancia taxonómica definitiva en los distintos taxa. Mientras tal estudio no se complete, es interesante precisar, tanto las características de la rádula de *Concholepas* como sus relaciones posibles con los distintos tipos de rádula de los géneros considerados afines.

La rádula de *Concholepas* fue descrita y figurada originalmente por Troschel (op. cit. 2, lám. 13, fig. 9) y descrita por Cooke (1919 : 100) de la siguiente manera: . . . " es del tipo *Thais* normal; cúspide central larga y bastante estrecha; cúspides laterales grandes, casi tan largas como la central, con un dentículo fuerte, algo romo, en su parte inferior interna; exteriormente, con 4 a 5 dentículos bastante pequeños, dos de los cuales trepan; botón (knob) fuerte pero prominente; base simple, recta. La rádula es muy larga; he contado 200 + filas naciales" (Cooke op. cit., traducción).

La descripción posterior de Thiele (1931 : 298) es sólo una diagnosis abreviada de las anteriores.



Como ha sido brevemente comentado por Cernohorsky (1969 : 294) para la rádula de "Thaidinae", es aparente que hay cierto grado de variación intraespecífica pero, desgraciadamente, esta variación no puede evaluarse en un rango definido ni aún para una especie dada debido, por ejemplo, a la imprecisión taxonómica de los subgrupos específicos incluidos dentro de "especies" con una amplia distribución geográfica, al desconocimiento de los hábitos alimenticios, a veces a la falta de seguridad sobre la posición de los dientes descritos o su grado de desgaste o el tamaño de los ejemplares estudiados. Estudios como los de Arakawa (1962, 1964 y 1965) y Wu (1965a) han significado un progreso considerable en los dos últimos aspectos. En consecuencia, no siempre es posible precisar sin mayores estudios, si las diferencias encontradas por distintos autores para una supuesta misma especie (e.g. compare *Mancinella tuberosa sensu* Cooke, 1919, como *Thais pica*, con Cernohorsky 1969) representan rangos de variación específica o, son producto de un grado de especiación aún no precisado. La transferencia de una especie dada a un género diferente, o aún a un género nuevo, sin discutir características radulares, complica aún más el cuadro actual.

En el caso de *Concholepas* es posible que la variación constatada por algunos autores sea explicable por algunos de estos problemas. Así, Lozada *et al.* (1976 : 22, fig. 1a) encontraron diferencias que pueden reducirse a dos tipos básicos:

- a) Uno, correspondiente a la descripción original de Cooke (op. cit.), con serraciones (o dentículos) en el borde externo de las cúspides laterales, incluye a las formas de Chile central y norte y a la de las islas Juan Fernández.
- b) El otro, sin estas serraciones y de base más estrecha, corresponde a la forma de Pumalín, en el sur de Chile.

Si estos caracteres son permanentes, la disimilitud entre estos dos tipos sugiere una diferenciación, como mínimo, de tipo específico.

Estos mismos autores compararon, además, el tamaño de los dientes raquidianos en ejemplares de distintas localidades; sus mediciones se comparan en la tabla 6 con las de muestras estudiadas por mí de Montemar y Juan Fernández. De estas mediciones, Lozada *et al.* (op. cit.) concluyeron que los ejemplares de la isla Robinson Crusoe tenían dientes raquidianos proporcionalmente mucho más pequeños que los del continente, pero mis observaciones no confirman esta diferencia, al menos en los ejemplares examinados.

En efecto, al comparar ejemplares del mismo volumen o longitud de las partes blandas no se constataron diferencias apreciables en el tamaño del diente raquidiano, pero sí en los dientes laterales que son decididamente más pequeños en los

ejemplares de la isla Robinson Crusoe (Juan Fernández). Es posible que algunas diferencias existan en el tamaño del diente raquidiano porque como se ha mencionado anteriormente, el alargamiento del eje ántero-posterior en *C. concholepas fernandezianus* hace que, con la misma longitud de la concha, los ejemplares de *C. concholepas concholepas* tengan una masa corporal proporcionalmente mayor; sin embargo, tal diferencia no es claramente apreciable en la tabla 6. Algunas diferencias constatadas en los ejemplares examinados de las dos especies (fig. 6) como es el menor tamaño de las cúspides laterales y del dentículo interno de las mismas en *C. concholepas fernandezianus*, aparentemente constantes, deberán ser examinadas en relación a la variación de la rádula sugerida por las observaciones de Lozada *et al.* (op. cit.).

Se ha mencionado que, de acuerdo a Cooke (op. cit.), la rádula de *Concholepas* sería "del tipo *Thais* normal . . ."; tal aseveración parece conflictiva en la actualidad. En primer lugar, el concepto de género *Thais*, o de algunos subgrupos incluidos en este género, ha variado desde la época de la importante contribución de Cooke. Luego, también algunas de las especies consideradas por ese autor en *Thais* han sido transferidas a otros géneros, o se han incluido como sinónimos de otras. Sin embargo, su apreciación de que la subdivisión de *Thais* en subgrupos, por caracteres de la concha, no está demostrada por una diferenciación similar en la rádula, es aún en gran medida válida.

Los géneros entre los que se agrupa a *Concholepas* son:

*Thais*, *Mancinella*, *Acanthina* (= *Monoceros*), *Cymia*, *Purpura*, *Lepsiella*, *Lepsithais*, *Agnewia*, *Neothais*, *Haustrum*, *Pinaxia*, *Urosalpinx* y *Nucella* (Tabla 5).

Por sus características generales, *Neothais* es considerado por Thiele (1931) como un subgénero (Sección) de *Nucella*. En acuerdo con este mismo autor, *Lepsiella* y *Lepsithais* no pueden ser más que subgéneros de *Haustrum*, y *Agnewia* un subgénero de *Thais*. Además, los siguientes otros taxa son incluidos tradicionalmente como subgéneros de *Thais*: *Thaisella*, *Tribulus*, *Vasula* y *Stramonita*. *Mancinella* ha sido considerado también un subgénero, pero sus caracteres de la concha y rádula justifican su diferenciación genérica, como se discute más adelante. *Urosalpinx*, afín a *Nucella* es, con propiedad, considerado por Vokes (1964) cercano a *Tritonalia* y a otros géneros diferentes de los anteriores, ya mencionados.

A este conjunto de géneros y a otros de la superfamilia Muricea se le asignan distintos rangos supragenéricos por diversos autores. Por ejemplo, Ponder (1973) considera que, sin mayor evidencia, no se justificaría ninguna división de los Muricidae a nivel de subfamilias.

Otros autores como Cernohorsky (1967 y 1969) y Abbott (1974) reconocen a 5 o más subfamilias entre las que incluye a Thaidinae, denominada también Purpurinae. Sin embargo, una mayoría siguiendo a Cossman (1903) y basándose principalmente en diferencias de la concha, separa en la actualidad a la familia Thaididae, de Muricidae (E. Vokes, 1964; Keen, 1958, 1971; Radwin y D'Attilio 1971, 1976; Powell, 1967; Golikov y Skarobogatov, 1975; MacLean 1978), aceptando subdividirla en las subfamilias Thaidinae s.s., Drupinae y Rapaninae. Unos pocos "splitters" (Radwin y D'Attilio, 1971, 1976) han llegado a separar a los Rapaninae en una familia Rapanidae.

Para entender las afinidades radulares de *Concholepas* respecto de otros generos de "Thaididae" y sus posible modificaciones adaptativas en relación a las subfamilias reconocidas, se ha ilustrado su rádula conjuntamente con la de otros géneros en la figura 6.

Del análisis llevado a cabo por algunos de los autores ya mencionados, pueden resumirse las siguientes conclusiones.

Las características radulares de los Muricidae ancestrales no pueden aún determinarse. No es posible precisar si la reducción en el número de dientes radulares y de sus cúspides en los Muricidae, como en los Neogastropoda, es una tendencia general, como lo considera Ponder (1973) o si, como parece serlo, es propia sólo de algunas líneas filéticas. No puede olvidarse que la cuestión de la reducción del número de dientes por hilera transversal es debatible aún a nivel de los prosobranquios ya que, como lo plantea Hyman (1967), la rádula de *Neopilina* no apoya esta suposición. Este problema no podrá resolverse mientras no se establezcan conclusiones más válidas que aquellas que insinúan, pero no demuestran, que las tendencias adaptativas radulares simplifican el número de las estructuras que la componen; posiblemente, una evolución oportunista utilizará tanto la simplificación como un aumento de la complejidad estructural radular y no sólo una u otra de estas tendencias. Tal podría ser el caso en Drupinae, Thaidinae y otras agrupaciones supragenéricas aún no definidas taxonómicamente, en las que la complejidad estructural puede interpretarse como acentuándose a partir de modelos más simples.

En relación a las características conocidas de Muricidae y "Thaididae" según autores, se han expresado las siguientes opiniones:

Cooke (1919), quien fuera uno de los primeros en estudiar a esta familia, mantuvo que *Haustrum* y *Purpura* serían decididamente más primitivos que otros géneros de Thaididae, pero muy separados uno de otro y sin corresponder necesariamente a los ancestros de esta familia. Se trataría de sobrevivientes de grupos que tuvieron alguna vez

una mayor distribución. Desgraciadamente, este autor no fundamentó su concepto de primitividad que parece corresponder al criterio de mayor complejidad inicial anteriormente aludido; pero, como se muestra en la figura 6 la derivación de *Purpura* a partir de *Thais*, parece obvia.

Considera además que los géneros *Concholepas*, *Chorus*, *Agnewia*, *Drupa*, *Rapana* y *Neorapana* están muy relacionados con *Thais* mostrando divergencias que no tendrían un carácter fundamental (?). *Acanthina* no estaría muy alejado de ellos, mientras que *Nucella*, con una rama que es *Cronia* estaría bastante separada de *Thais* y sus congéneres. *Morula* correspondería a un grupo de marcada individualidad y *Cymia* parecería unir a *Morula* con *Thais*, con características de ambos. *Nassa* (= *Iopas*) y *Vexilla*, por sus rádulas tan peculiares, no permitieron a Cooke aproximarlas a ningún grupo. Casi todas sus inferencias son cuestionadas por estudios posteriores.

Según Arakawa (1965 : 164), la rádula de *Drupa* tiene un plan muy similar a la de *Thais*, *Morula* y *Cymia*; *Cronia* sería un eslabón entre *Thais* y *Morula*, más afín con el último y su género *Tenguella* sería intermediario entre los grupos *Drupa-Morulina* y *Cronia-Morula*. De *Rapana* opina que no puede considerarse cercano a *Purpura* o *Thais*, como lo hicieran autores previos, y que *Thais*, *Mancinella* y *Purpura* no son congénéricos.

Las observaciones de Wu (1965) concuerdan con las de Arakawa (op. cit.), excepto en que *Tenguella*, es para el primero sólo un sinónimo de *Morula*. Considera, además, a este último genero, como intermedio entre un grupo formado por *Chicoreus* (Muricidae), *Morulina* y *Cronia* y el grupo de *Thais-Thaisella-Purpura-Drupa*. *Drupella* con sus dientes laterales serrados, representa para este autor una adaptación alimentaria interesante y, en su opinión, *Nassa* no mostraría similitudes con ningún otro miembro de la familia. Considera finalmente a la estructura radular de *Drupina* diferente a la de *Drupa*, aunque la estructura de la concha en ambos es similar.

Finalmente, Cernohorsky (1969) considera que la rádula del grupo *Thais-Mancinella-Thalessa* pasa por estadios graduales desde el diente raquidiano simple tricúspide de *Mancinella*, al tipo elaborado de *Thais* y *Thalessa*. En su opinión, *Drupa*, *Drupella*, *Drupina* y *Morula* tienen concha y rádula lo suficientemente modificadas como para merecer rango genérico.

Su afirmación que no habría una separación clara entre *Urosalpinx* y *Muricopsis* de Muricidae, y *Morula-Cronia* de Thaidinae, y que los caracteres son transicionales y bastante nebulosos, no se justifica; sin embargo, esta observación puede aplicarse a la separación de Thaididae de Muricidae en base a caracteres radulares.

La figura 6 resume los puntos de vista ya expresados, incluyendo los del autor. Las flechas indican ya sean gradación de complejidad estructural o separación clara, sugiriendo afinidad pero no necesariamente derivación. Se objetiva así, en primer término, la validez genérica de los tipos raquidianos representados y las afinidades de la mayoría de los géneros considerados tradicionalmente en Thaidinae y Drupinae; pero, se demuestra también que los dientes radulares de algunos géneros son estructuralmente tan diferentes que, o debieran incluirse dentro de otras subfamilias de Muricidae *sensu lato*, o bien, agruparse en nuevas subfamilias. Este es principalmente el caso de los géneros *Vexilla* y *Drupella* que, tanto por sus dientes laterales como por los raquidianos, se diferencia de todos los otros incluidos dentro de la familia Thaididae y de los Muricacea en general. En menor grado, es también el caso de *Nucella* y *Acanthina*, que presentan más relaciones con los Tritonaliinae (u Ocenebrinae) que con Thaidinae, y de *Haustrum* que aunque posiblemente derivado de Thaidinae, presenta características de algunas Thophoninae.

En segundo término, esta figura sugiere que desde el punto de vista estrictamente radular, la separación de una familia Thaididae de otra Muricidae no tiene mayor validez; y que, en consecuencia, la rádula de Thaidinae y Drupinae presenta una caracterización y variabilidad genérica no diferente a la encontrada en otras subfamilias. Si se asigna un valor exagerado a estas diferencias Rapaninae podría considerarse como una familia distinta de Thaidinae + Drupinae, como ha sido interpretado por Radwin y D'Attilio, pero en tal caso Typhinae, Aspellinae y otras subfamilias deberían también elevarse de rango. Se concluye pues, que mientras no se haga un estudio más detallado de la rádula en un mayor número de especies, del valor adaptativo de esta estructura en función de distintas formas de alimentación y de las relaciones morfológicas demostradas por las partes blandas, la separación de una familia Thaididae es todavía una interpretación muy subjetiva. Es mejor, de acuerdo con Cernohorsky (op. cit.), considerar a Muricinae y Thaidinae como categorías taxonómicas con rango de subfamilia.

Mayor importancia tiene, sin embargo, el precisar algunas tendencias de forma (y función) presentadas por los dientes de "Thaididae".

#### *Adaptaciones radulares y otras características morfofuncionales generales.*

Desde el punto de vista de la estructura radular pueden reconocerse dos grupos de tendencias importantes: uno correspondiente a los dientes laterales y otro al diente raquidiano; ambos parecen ser relativamente independientes.

La forma de los dientes laterales reconoce tres

subtendencias bien características. Una, la más extendida, corresponde a la forma básica unicuspidal lisa, típica de la mayoría de los Murícidos, formada por un lateral corto de base ancha con mayor o menor acentuación de la forma falcada y de su longitud o grosor, diferencias aún no precisables a nivel genérico o específico.

La segunda tendencia corresponde a un lateral alargado, proporcionalmente de mayor tamaño, aserrado en el borde interno de sus partes distal y media, y de ápice recto. Este lateral es típico del género *Vexilla*.

La tercera tendencia corresponde a un lateral con un alargamiento muy acentuado, base estrecha, lisa o finamente aserrada en su borde interno y con la cúspide terminada en gancho. Esta forma es típica de las especies de *Drupella*. Como se sugiere en la figura 6, *Drupella* podría estar relacionado con los laterales alargados pero proporcionalmente más pequeños de *Drupina*, sin embargo, no parece haber casos de transición conocidos. La forma del diente raquidiano, en este último género, también sugiere una relación parecida.

Cernohorsky (1969 : 303) junto con hacer notar la total diferencia de la rádula de *Drupella* a cualquier otro género de Murícido, considera una posible relación con *Vexilla*.

Estas tres tendencias podrían corresponder a líneas filéticas diferentes.

La diferenciación de los dientes raquidianos ha sido mucho mayor en los distintos géneros de "Thaididae", y corresponde por lo menos a tres tendencias principales, a partir de un ancestro que parece más adecuado imaginar tricúspide. Este, habría dado origen además, a las subfamilias de "Muricidae" en las que también hay dientes tricúspides.

En la primera tendencia, correspondiente al género *Vexilla*, la cúspide central es muy larga y ancha, sus bordes son lisos o serrados y hay un pequeñísimo dentículo (cúspide lateral ?) a cada lado de su base con desarrollo variable; la base del diente es angosta.

La segunda tendencia corresponde a los dientes raquídeos de la subfamilia Rapaninae, con tres cúspides relativamente anchas y gruesas de casi la misma longitud o las laterales más cortas; bordes lisos o con un pequeño dentículo en el borde interno de las cúspides laterales. Sin cúspides marginales.

Hay un tercer conjunto de formas de dientes raquídeos que, aunque claramente relacionadas, representan varias subtendencias a partir de un tipo básico tricúspide. En ellas se combinan: a) la aparición de un dentículo de posición variable (superior, media o inferior), en los bordes internos de las cúspides laterales; b) la presencia de dos cúspides marginales constituyendo un diente pentacúspide;

c) la presencia de un dentículo interno entre la cúspide central y las laterales; d) la presencia de pocos a numerosos dentículos marginales en forma de sierra (finos) o peineta (gruesos); e) la multiplicación y desarrollo de numerosas cúspides, laterales a la cúspide central, que se fusionan con las laterales; f) el acortamiento y engrosamiento de las cúspides central y laterales, aunados a un ensanchamiento de la base y, g) la mayor o menor fusión de las cúspides laterales con la central, aunada a un angostamiento de la base con alargamiento del diente.

Las tendencias al ensanchamiento de la base o al alargamiento del diente observadas en varios géneros, no son homologables ya que hay ensanchamiento de la base tanto con aumento de cúspides y dentículos (*Drupina*), como con reducción de ellas (*Cronia*). De manera similar, dientes angostos se dan en diversos géneros como resultado obvio de convergencia, pues se constatan diferencias acentuadas por otros elementos radulares. Sin embargo, dentro de la diversidad encontrada en este tercer grupo de dientes raquídeos se destacan dos géneros que incluyen tipos más simples:

- 1) Uno es el género *Mancinella* con una gradación de formas y características que, aun cuando corresponden a formas actuales, sugieren probables vías de transición y tendencias originales desde formas simples a las más complejas, como las observadas entre *Mancinella* y *Concholepas* y entre *Mancinella* y *Thais*.
- 2) El otro grupo corresponde al género *Thais*, en donde una gradación de formas entre *Thais* y *Purpura* (*Thaidinae*) y *Thais* (*Thaidinae*), *Drupa* y *Drupina* (*Drupinae*) aparece también clara. Por el contrario, no es obvia la gradación de formas con otros géneros o subgéneros de *Drupinae*, como los correspondientes a especies de *Cymia* o *Morula*. En el hecho como se indica en la figura 6, hay especies asignadas a *Cymia* y *Morula* con características radulares de *Drupa*. Si bien las relaciones de formas de estos géneros de *Drupinae* con otros géneros, especialmente *Thaidinae*, no son claras, las relaciones radulares de *Morula* con *Cronia* y aparentemente con *Nassa*, son obvias y sugieren una coherencia taxonómica parcial dentro de esta subfamilia.

La figura 6 demuestra también que las relaciones de otros géneros tales como *Haustrum*, *Nucella*, *Acanthina*, *Vexilla* y *Drupella* a los "Thaididae" son oscuras.

Si la diversidad morfológica implica una diversidad funcional, ¿hay en el tipo de alimento o en los mecanismos de alimentación, elementos de juicio que aclaren o refuercen algunas de las relaciones propuestas y, en último término, la validez de las categorías taxonómicas aquí discutidas?

Aparentemente, la información sobre tipos de alimentación es escasa y, escaso también el número de especies y grupos en que se ha estudiado, lo que se discutirá con algunas de las ideas anteriores en otro trabajo ahora en preparación. Sobre mecanismos, se ha escrito bastante en relación a algunas especies de *Nucella*, *Urosalpinx*, *Ocenebra* y *Thais* del hemisferio norte; en especial, en mecanismos de perforación de conchas (Carriker y Williams, 1978 y trabajos anteriores; Purchon, 1968 y otros). Al respecto, la presencia de un "órgano accesorio perforante" ("ABO") sugerido como una característica morfológica para todos los Murícidos (Ponder, 1973) plantea la incógnita de si tal órgano está efectivamente presente en todas las especies y subfamilias o, sólo en aquellas especies que perforan. Decididamente hay especies en Muricidae (incluyendo "Thaididae") que no perforan conchas (o que no se han observado haciéndolo, como el caso de *Concholepas*) y en las que estudios anatómicos no han demostrado la presencia del "órgano accesorio perforante". Es decir, podría no ser un carácter morfológico-funcional generalizable a todas las especies de Muricidae (+ "Thaididae"), aunque quizás pudiera estar presente en juveniles o en estados larvales terminales (post-larva), pero esto tampoco ha sido estudiado.

Un problema similar ocurre con la presencia de las "glándulas salivales accesorias" otro de los caracteres morfológicos generalizado a todos los Murícidos. Es más, Ponder (1973) ha planteado que tales glándulas mostrarían un agrandamiento progresivo y una separación, de las glándulas salivales normales, desde los Muricidae y Trophoninae a Thaidinae, Ocenebrinae y Rapaninae. Ni Haller (1888) ni Maldonado (1965) mencionan o describen estas glándulas en *Concholepas* y, aparentemente, no se hallarían presentes en este género, lo que reforzaría la opinión de Fretter y Graham (1962) de que ocurren sólo en la mayoría pero no en todos los Muricidae. No se ha precisado tampoco si su secreción tiene efectos tóxicos sobre la presa, si contribuye a la digestión externa o es una fuente suplementaria de lubricación para la rádula en el proceso de perforación.

#### Otros caracteres morfológicos

El detalle de la anatomía de *Concholepas* ha sido descrito en parte por Haller (op. cit.), Maldonado *et. al* (op. cit.) y fue motivo de un trabajo presentado a este simposio. Sin embargo, las posibilidades de perfeccionar la taxonomía utilizando diferencias morfológicas de las partes blandas, están limitadas debido al escaso número de trabajos que detallan la anatomía de algunas especies, resultado obvio de las dificultades y laboriosidad de tales estudios. Sin un gran número de especies estudiadas anatómicamente,

las generalizaciones no sólo se reducen considerablemente a aquellas estructuras que son más fácilmente observables, sino que, a menudo, corren el peligro de incluir excepciones, como en el caso del órgano accesorio perforante y las glándulas salivales accesorias ya discutidas, que las invalidan en especies, géneros u otras categorías taxonómicas.

De acuerdo con Ponder (1973), las siguientes serían otras generalidades anatómicas que caracterizan a los Muricidae (+ "Thaididae") aparte de las ya discutidas:

- 1) Secreción hipobronquial púrpura.
- 2) Glándula de Leiblein de gran tamaño.
- 3) Un ciego amplio en el estómago.
- 4) Glándula anal.
- 5) Glándula de la próstata grande y cerrada.
- 6) Curso de la torción indicado en la válvula de Leiblin por un surco estrecho.
- 7) Lamelas primarias y secundarias del órgano renal no separadas.
- 8) Pie (pequeño) con un órgano perforador accesorio en su superficie ventral anterior.

sorio en su superficie ventral anterior.

Si bien estas estructuras o su desarrollo son características para todo el grupo de Muricidos, deberán presentar modificaciones que, posiblemente, además de su valor filogenético les otorguen valor taxonómico. Ya se ha discutido la posibilidad de que algunos de estos caracteres puedan haberse perdido, no llegaran a desarrollarse o se alteren funcionalmente en diversos grupos, especialmente en sistemas de órganos modificables por procesos adaptativos, de ahí la necesidad de realizar estudios comparativos entre diversas especies y categorías supraespecíficas. Un caso concreto ha sido sugerido por Wu (1965b) quien estudiando especies de los géneros *Drupa* y *Morula*, ha concluido que la estructura del estómago, más compleja en estos géneros que en *Nucella*, indicaría que la de este último corresponde a un tipo más primitivo. Falta pues mucha información para precisar relaciones taxonómicas y filogenéticas en grupos que, por su diversidad, no pueden ser evaluados por patrones malaco-taxonómicos tradicionales.

## VI. *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS FERNANDEZIANUS SUBSP. NOV.*

(Lám. 2, figs. 9 a 16; lám. 3, figs. 18 y 24; rádula en fig. 6)

### Descripción

Concha similar a la de *Concholepas concholepas* de las costas occidentales sudamericanas, pero fácilmente diferenciable por: una forma más oval y alargada y generalmente más aplastada; impresión derecha del músculo de la concha generalmente más delgada y más cercana al borde de la concha; canal sifonal generalmente más estrecho.

Pie más delgado. Dientes laterales de la rádula proporcionalmente más pequeños que en *C. concholepas*.

### Localidad tipo

Isla Robinson Crusoe (ex Más a Tierra), Archi-

piélago de Juan Fernández, Chile.

### Material tipo

El holotipo, colectado en la isla Robinson Crusoe por R. Desqueyroux se halla depositado en el Museo Nacional de Historia Natural y mide 114,1 mm x 71,6 mm x 38,3 mm (Lám. 2, figs. 13, 14). Los paratipos colectados por la Cooperativa de Pescadores en el mes de noviembre de 1977 están depositados en las colecciones del Departamento de Oceanología de la Universidad de Chile. Las medidas de los paratipos (en mm), se abrevian en el cuadro siguiente:



	Largo	Ancho	Alto
1	108,5	72,4	48,2 (Lám. 2, figs. 11, 12)
2	114,3	81,4	50,8
3	110,2	75,0	51,4
4	111,0	74,8	52,6
5	115,0	83,8	44,4
6	117,8	81,8	56,4
7	114,0	79,0	52,4
8	110,6	79,6	47,2
9	77,0	52,8	37,0
10	79,2	63,2	28,1
11	88,6	61,8	39,6 (Lám. 2, figs. 15, 16)
12	82,0	58,0	32,6
13	83,4	56,4	33,2
14	81,5	56,3	35,0
15	79,8	55,4	33,0
16	65,0	47,2	24,6

En la serie estudiada se ha incluido una concha de 134,5 mm de alto, 97,7 mm de diámetro y 71,3 mm de alto (Lám. 2, figs. 9, 10) de las colecciones del Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, con localidad de las islas Juan Fernández y que representaría por ello el ejemplar de mayor tamaño conocido del archipiélago. Sin embargo, por la falta de partes blandas y dudas menores, no se considera paratipo.

La proposición de esta subespecie significa que las poblaciones del litoral continental deben considerarse como la subespecie típica *Concholepas concholepas*. La posibilidad de una mayor complejidad taxonómica en estas últimas debe ser estudiada prioritariamente.

## AGRADECIMIENTOS

Me es muy grato expresar mis sinceros agradecimientos a las colegas Eliana Lozada y María Teresa López, quienes me facilitaron la información estadística de las muestras en que basaron su estudio y materiales de información varios; a la Sra. Cecilia Osorio por una referencia importante; a la Sra. María Codoceo del Museo Nacional de Historia Natural por facilitarme algunas muestras para estudio; al distinguido geólogo Sr. Vladimir Covačevich por el préstamo de los ejemplares fósiles fotografiados y, muy especialmente, a Nora Aguirre por su ayuda en fotografía y dibujos, y a la Cooperativa de Pescadores Archipiélago Juan Fernández Ltda., por la gentil recolección y transporte del material en que se basa mi proposición de una nueva subespecie.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

(No se incluyen las referencias sinónimicas)

- ABBOTT, R.T. 1974. American seashells. The marine Mollusca of the Atlantic and Pacific coast of North America. (2a. edic.) Van Nostrand Reinhold Co., 663 p., 6405 figs., 24 láms.
- ACUÑA, E. y J. STUARDO. 1979. Una estimación de clases anuales y crecimiento relativo en dos poblaciones de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789). Biología Pesquera, Santiago (este Simposio).
- ADAMS, H. y A. ADAMS. 1853-1858. The genera of Recent Mollusca, arranged according to their organization. London, 2 vols. (I : 40 + 484, 1853 - 1854).
- ARAKAWA, K.Y. 1962. A study on the radulae of the Japanese Muricidae (1). The genera *purpura*, *Thais* and *Mancinella*. Venus 22 (1): 70-78, láms. 5, 6.
- 1964 Ibid. (2). The genera *Vexilla*, *Nassa*, *Rapana*, *Murex*, *Chicoreus* and *Homalocantha*. Venus 22 (4) : 355 - 364, lám. 21, 2 figs. de texto.
- 1965 Ibid. (3). The genera *Drupa*, *Drupina*, *Drupella*, *Cronia*, *Morula*, *Morulina*, *Phrygiomurex*, *Cymia* and *Tenguella* gen. nov. Venus 24 (2) : 113 - 126, láms. 13, 14.
- BEU, A.G. 1970. Taxonomic position of *Lippistea pehuensis* Marwick, with a review of the species of *Concholepas* (Gastropoda, Muricidae). Journal of the Malacological Society of Australia 2 (1) : 39 - 46, lám. 4.

- BLAINVILLE, H.M. 1832. Disposition méthodique des espèces récentes et fossiles des genres Pourpre, Ricinule, Licorne et Concholepas de M. de Lamarck, et descriptions des espèces nouvelles ou peu connues. . . Nouvelles annales du Museum d'Histoire Naturelle de Paris 1 : 189 - 263, láms. 9 - 12.
- CARCELLES, A.R. 1954. Observaciones sobre los géneros *Nucella*, *Chorus* y *Concholepas*. Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales (Argentina), Ciencias Zoológicas 2 (16) : 255 - 275.
- CARRIKER, M.R. 1976. The crucial role of systematics in assessing pollution effects on the biological utilization of estuaries. En: Estuarine pollution control and assessment: 484 - 506. Proceedings of conference, 1 y 2. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- CARRIKER, M.R. y L.G. WILLIAMS. 1978. The chemical mechanism of shell dissolution by predatory boring gastropods: a review and a hypothesis. Malacologia 17 (1) : 143 - 156, 1 fig., 1 tabla.
- CERNOHORSKY, W.O. 1967. The Muricidae of Fiji (Mollusca: Gastropoda). Pt. 1 Subfamilies Muricidae and Tritonaliinae. Veliger 10 (2) : 111 - 132, 11 figs., láms. 14 y 15.
- 1969 Ibid. Pt. 2. Subfamily Thaidinae. Veliger 11 (4) : 293 - 315, 21 figs., láms. 47 - 49, 1 mapa.
- COOKE, A.H. 1918. On the radula of the genus *Acanthina* G. Fischer. Proceedings of the Malacological Society of London 13 : 6 - 11. figs. 1 - 7.
- 1919 The radula in *Thais*, *Drupa*, *Morula*, *Concholepas*, *Cronia*, *Iopa* and the allied genera. Ibid., 13 : 90 - 110, 38 figs.
- COSSMAN, M. 1903. Essais de Paléoconchologie Comparée. 5, Paris, 215 p., 9 láms.
- CHENU, J.C. 1859. Manuel de Conchyliologie. Paris, 1 : 7 + 508 p., 3707 figs.
- DELL, R.K. 1971. The marine mollusca of the Royal Society Expedition to southern Chile, 1958 - 59 Records of the Dominion Museum 7 (17) : 155 - 233, 5 láms.
- DILLWYN, L.W. 1817. A descriptive catalogue of Recent shells, arranged according to the Linnean method. . . London, 2 : 581 - 1092.
- D'ORBIGNY (Véase ORBIGNY)
- FISCHER, P. 1880-87. Manuel de Conchyliologie. . . Paris, 24 + 1369 p., 23 láms. y 1138 figs. de texto.
- FRETTER, V. y A. GRAHAM 1962. British Prosobranch Molluscs. Their functional anatomy and ecology. London, 755 p., 317 figs., tablas.
- GMELIN, J.F. 1791. Caroli a Linné Systema naturae. . . Ed. 13. Lipsiae, 1, Pt. 6, Vermes: 3021 - 3910.
- GOLIKOV, A.N. y Y.I. STAROBOGATOV 1975. Systematics of Prosobranch Gastropods. Malacologia 15 (1) : 185 - 232, 6 figs.
- HALLER, B. 1888. Die Morphologie der Prosobranchier, gesammelt auf einer Erdumsegelung durch die Königl. italienische Korvette "Vettor Pisani". Morphologisches Jahrbuch, Leipzig 14 : 54 - 169, láms. 3 - 8.
- HANLEY, S.C.T. 1956. En: W. Wood, Index Testaceologicus, an illustrated catalogue of British and foreign shells. . . London, 20 + 196 p., 38 láms.; suppl.: 197 - 234, láms. 1 - 8.
- HERM, D. 1969. Marines Pliozän und Pleistozän in Nord- und Mittel-Chile unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung der Mollusken-Faunen. Zitteliana, München 2 : 159, 49 figs., 18 láms., tablas.
- HOFFSTETER, R., H. FUENZALIDA y G. CECIONI 1957. Lexique Stratigraphique International. Amérique Latine. Fasc. 7. Chile - Chili, 444 p., 1 mapa.
- HUPE, L.H. 1854. Fauna chilena. Molluscos. En: Historia física y política de Chile. 8, Zool.: 1 - 500. C. Gay (ed.).
- HYMAN, L.H. 1967. Mollusca I. The invertebrates, 6. Mc. Graw-Hill, 792 p., 249 figs.
- KEFN, A.M. 1971. Sea shells of tropical west America. Marine molluscs from Baja California to Peru (2a. edic.) Stanford Univ. Press., 1064 p., figs., 22 láms., mapas.
- 1958 Ibid., 11 + 624, figs.
- KIENER, L.C. 1836. Spécies général et iconographie des coquilles vivantes. . . Paris, 8, Genre Pourpre: 151 - 46 láms.
- KIENER, L.C. y P. FISCHER. 1834 - 1870. Ibid., Paris vol. 1 - 11, livr. 1 - 165.
- KOBELT, W. 1877 - 1879. Catalogue der Lebenden Mollusken.
- KUSTER, H.C. 1858. En: 1837 - 1920. Systematisches Conchylien Cabinet. (N.H.) 3 (1). Die Gattungen *Buccinum*, *Purpura*, *Concholepas* und *Monoceros*: 229, 35 láms. H.C. Küster, W. Kobelt y H.C. Wein-kauff (eds.). Nürnberg.
- KURODA, T.; T. HABI y K. OYAMA 1971. The sea shells of Sagami Bay (con algunas descripciones por el Príncipe Masahito). Maruzen Co., Tokyo, 740 p. (japonés) 489 p. (inglés). 121 láms. + índices.
- LEE, W.L. 1978. Resources in Invertebrate Systematics. American Zoologist, 18 : 167 - 187.
- LAMBIOTTE, M. 1975. Le genre *Concholepas* J.B. Lamarck, 1801. Informations de la Société belge de Malacologie. Sér., 4, N° 2: 37 - 46, figs.
- LESSON, R.P. 1830. Voyage autour du monde. . . sur la Corvette de Sa Majesté "La Coquille", pendant les années 1822 - 1825. . . par L.J. Duperry. Paris, Zool., 2, pt. 1: 1 - 471; atlas, 157 láms.
- 1832 - 35. Illustrations de zoologie, ou recueil de figures d'animaux. Paris, láms. 1 - 15 (1832), 16 - 33 (1833), 34 - 42 (1834), 43 - 60 (1835).
- LOZADA, E.; M.T. LOPEZ y R. DESQUEYROUX. 1976. Aspectos ecológicos de poblaciones chilenas de *Loco Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) (Mollusca, Gasteropoda, Muricidae). Biología Pesquera, Chile 8: 5 - 29, 21 figs., tablas.
- MABILLE, J. 1886. Etude monographique du genre *Concholepas*. Annales de Malacologie 2 : 261 - 282, lám. 5.
- 1891 En: A.T. DE ROCHEBRUNE y J. MABILLE. Mission Scientifique du Cap Horn. 1882 - 1883, 6, Zool., Pte. 2, Mollusques: H. 3 - H. 129, láms. 1 - 8.
- MALDONADO, R. y H. KARLSRUHER 1965. Estudio macroscópico, microscópico e histológico de "*Concholepas concholepas*". Revista de Biología Marina, Departamento de Oceanología de la Universidad de Chile, Viña del Mar 12 (1 - 3): 121 - 127, 17 figs.
- MARINCOVICH, L., Jr. 1973. Intertidal mollusks of Iquique, Chile. Natural History Museum Los Angeles County, Science Bulletin 16, 49 p., 102 figs. 1 tabla.
- MAYR, E. 1969. Principles of Systematic Zoology. Mc Graw Hill Co., 428 p., figs., tablas.
- MORICKE, W. 1896. B. Versteinerungen der Tertiärformation von Chile. En: W. Moricke y G. Steinmann. Die Tertiärbildungen des nördlichen Chile und ihre Fauna. N. JB. Min. Geol. Paläont., B, 10 : 548 - 612, láms. 1 - 13, 1 tabla.
- MC LEAN, J. 1978. Marine shells of southern California. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Serie 24 (rev. ed.): 104 p., 54 figs.
- ORBIGNY, A. D'. 1834 - 47. Voyage dans l'Amérique Méridionale. Mollusques. Paris, 5 (3), 47 + 758 p., atlas, 85 láms.
- PHILIPPI, R.A. 1860. Viaje al Desierto de Atacama, hecho de orden del Gobierno de Chile en el verano 1853 - 54. Zoología: 139 - 174, 7 láms. Halle en Sajonia.
- PONDER, W.F. 1973. The origin and evolution of the

- Neogastropoda. *malacologia* 12 (2) : 295 - 338, 6 figs., tablas.
- POWELL, A.W.B. 1967. Shells of New Zealand, Christchurch, 203 p., 36 láms., figuras de texto.
- PURCHON, R.D. 1968. The biology of the Mollusca. Pergamon Press, 560 p., 185 figs., 21 tablas.
- RADWIN, G.E. y D'ATTILIO, A. 1971. Muricean supraspecific taxonomy based on the shell and radula. *Echo* 4 : 55 - 67.
- 1976. Murex shells of the world. Stanford Univ. Press, 296 p., 200 figs. 32 láms.
- RAMBUR, P. 1862. Diagnose d'un *Concholepas* fossile des faluns de la Touraine. *Journal de Conchyliologie*, Paris 3e. Sér., 2 (1) : 86.
- 1862 Description de coquilles fossiles des faluns de la Touraine. *Ibid.*, 2 (2) : 172 - 182, lám. 8.
- REEVE, L. 1841 - 42. *Conchologia systematica*, or complete system of conchology. London, 2 vols. (vol. 2 : 1 - 137, láms. 130 - 300, 1842).
- 1843 - 78. *Conchologia Iconica*, or illustrations of the shells of molluscous animals. London, vols. 1 - 20 (Género *Concholepas*, vol. 14, 2 láms., 1864.)
- SANCHEZ ROMERO, J., 1973. Historia marítima del Perú. El Mar gran personaje. Tomo 1 (2). Aspectos biológicos y pesqueros del mar peruano: 19 - 493, figs. y láms.
- SCHWABE, G.H. 1959. Biometrische Daten zur Schale von *Concholepas concholepas* (Bruguière) (Moll. Muricidae) an der chilenischen Küste und ihr ökologischer Indikatorwert. *Internationales Revue der Gesamten Hydrobiologie* 44 (3) : 449 - 462, 9 figs. 5 tablas.
- STEINMANN, G. 1896. Das Auftreten des Tertiärs in nördlichen Chile. *En*: W. Möricke y G. Steinmann. Die Tertiärbildungen des nördlichen Chile un ihre Fauna. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie, und Paläontologie*, B. 10: 531 - 547, 3 figs.
- TAPPARONE-CANEFRÌ, C. 1874 *Zoologia del viaggio intorno al globo della R. Fregata Magenta durante gli anni 1865-68*. *Malacologia* (Gasteropodi, Acefali e Brachiopodi). *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 27: 109 - 265, 4 láms. (vol. 28?)
- THIELE, J. 1929-31. *Handbuch der Systematischen Weichtierkunde*. Jena, 1, Pte. 1: 1 - 376, 470 figs. (1929); Pte. 2 : 377 - 778, 313 figs. (1931).
- TOBELLA, G.M. 1975 Crecimiento de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) (Moll. Gast. Muricidae). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 44: 185 - 189, fig. 1.
- TROSCHEL, F.H. y J. THIELE 1856 - 1893. *Das Gebiss der Schnecken*. Berlin. 2, 410 p., láms.
- TRYON, G.W. 1882 - 84. *Structural and systematic conchology: an introduction to the study of the mollusca...* Philadelphia. vols. 1 - 3 (2, 430 p., láms. 23 - 92, 1883).
- 1879 - 1913 *Manual of Conchology*. Philadelphia. Ser. 1. vols. 1 - 17 (2 Muricinae, Purpurinae, 289 p., 70 láms., 1880).
- VOKES, E.H. 1964. Supraspecific groups in the subfamilies Muricinae and Tritonaliinae (Gastropoda: Muricidae). *Malacologia* 2: 1 - 41, 3 láms.
- 1972 Notes on the fauna of the Chipola Formation - VII. On the occurrence of the genus *Concholepas* (Gastropoda: Thaididae), with the description of a new species. *Tulane Studies in Geologie and Paleontology*, 10: 31 - 33, 1 fig.
- WOODWARD, S.P. 1880. *Manual of the Mollusca* (4a. edic.) London, 542 p., 23 láms. 269. figs., Appendix; 86 págs.
- WU, S.K. 1965a. Studies of the radulae of Taiwan muricid gastropods. *Bulletin, Institute of Zoology, Academia Sinica*, Taipei, 4: 95 - 105.
- 1965b. Comparative functional studies of the digestive system of the muricid gastropods *Drupa ricina* and *Morula granulata*. *Malacologia* 3 (2) : 211 - 233, 5 láms.
- 1968 On some radulae of the muricid Gastropods. *Venus* 27 (3) : 89 - 94, lám. 4.

## ESTUDIOS SOBRE LA SANGRE Y LA ACTIVIDAD CARDIACA DEL CORAZON DEL *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*

Peter Ward, Guillermo Flores, Manuel Krauskopf \* y Juan Concha

Departamentos de Fisiología e Histología. Instituto de Ciencias Médico Biológicas. Universidad de Concepción. Concepción. Chile.

### RESUMEN

Dada la escasísima información que existe sobre fisiología de invertebrados chilenos, como es el caso del *Concholepas concholepas* (loco), nos interesó estudiar la sangre y la actividad cardíaca de esta especie.

Se estudió la composición de la sangre la cual demostró ser semejante a la de otros invertebrados cuando son comparados los elementos figurados, los electrolitos y las proteínas plasmáticas. La separación por cromatografía en DEAE-celulosa y por electroforesis en papel de las proteínas plasmáticas mostró la existencia hemocianina (90 a 96%) y un 4 a 10% de otras proteínas "no hemocianina" probablemente de origen intracelular.

El corazón del loco está formado por un atrio o aurícula y un ventrículo, constituidos por fibras cardíacas anastomosadas profusamente entre sí. Se observa la presencia de células nerviosas intramurales que se alojan entre las fibras musculares. Las fibras musculares estriadas se organizan en tres capas entre las cuales existe tejido conjuntivo. En el interior del citoplasma de las fibras se encuentra glicógeno. La superficie interna y externa del corazón está recubierta por una capa epitelial.

La actividad eléctrica y mecánica del ventrículo es irregular y arrítmica. Esta irregularidad puede deberse a la actividad nerviosa cardioinhibidora de tipo colinérgica ya que la atropina regulariza y acelera el ritmo cardíaco. La respuesta a mediadores químicos como la acetilcolina y la noradrenalina, además de la falta de potenciales oscilatorios en el registro electrocardiográfico, revela que el corazón del *C. concholepas* es miogénico.

## STUDIES ON BLOOD AND CARDIAC ACTIVITY OF THE HEART FROM *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*

### ABSTRACT

The paucity of data on the physiology of the Chilean invertebrates induced us to study the blood and cardiac activity of the mollusc *Concholepas concholepas*, commonly known as the "loco" (Chilean abalone).

Electrolytes, protein content and composition as well as the blood cells of this mollusc proved to be very similar to those of other invertebrates (molluscs and arthropods). Blood proteins were separated and characterized by chromatography on DEAE-cellulose and paper electrophoresis. The results showed that 90-96% of these proteins corresponded to hemocyanin and that the remaining 4 - 10% were probably of an intracellular origin.

The gross anatomy of the heart shows the presence of one atrium and one ventricle. The heart tissue is made up of profusely anastomosed cardiac muscle fibers, amongst which intramural nerve cells can be found. The striated muscle cells are organized into three layers which are separated by connective tissue. Glycogen can be observed within the muscle fibers. The inner and outer surfaces of the heart are covered by epithelial membranes.

The electrical and mechanical activity of the ventricle is irregular and arrhythmic. These findings are probably due to cholinergic-like cardioinhibitory activity of the nerve cells within the tissue, since atropine regularized and accelerated the heart rhythm. The lack of an oscillatory potential as well as the responses to chemical mediators such as acetylcholine and noradrenaline indicate that the heart of the heart of this mollusc is myogenic.

(\*) Instituto de Bioquímica. Universidad Austral de Chile. Valdivia.



## INTRODUCCION

El *Concholepas concholepas* o "loco" es un molusco perteneciente a la familia Muricidae y que habita las costas de Peru y Chile.

La composición de la sangre de los invertebrados difiere sustancialmente de la de los vertebrados a pesar de que en algunos crustáceos, como el *Astacus* (Scheer, 1948), y en ciertos moluscos (George y Ferguson, 1950) se describen células que se asemejan a la serie blanca de los mamíferos. En los moluscos se encuentran además, fragmentos celulares (George y Ferguson, 1950) que podrían corresponder a los restos de las llamadas células explosivas descritas por Scheer (1948) en el *Astacus*.

La osmolaridad de la sangre de la mayoría de los artrópodos y moluscos es semejante a la del agua de mar (Scheer, 1948), pero su distribución iónica es diferente, lo que implica que no habría un intercambio libre entre la hemolinfa y el agua de mar. En la mayoría de los moluscos y en ciertos artrópodos y cefalópodos la proteína transportadora de oxígeno es la hemocianina. Esta se caracteriza por encontrarse libremente disuelta en la hemolinfa, por tener pesos moleculares muy altos (superior al  $1 \times 10^6$  Daltons) y por tener cobre en vez de hierro unida a ella (Manwell, 1960, Prosser y Brown, 1961). Otros invertebrados poseen transportadores de oxígeno como la hemeritina, clorocruorina o hemoglobina. Todas estas

proteínas tienen hierro y no cobre como la hemocianina.

Al parecer los corazones de los moluscos son miogénicos (Prosser y Brown, 1961), es decir, las contracciones se generan a partir de marcapasos ubicados en el propio tejido cardíaco. Anatómicamente los corazones de los moluscos están constituidos por un ventrículo y por una o más aurículas (Krijgsman y Divaris, 1955). Existen otros invertebrados que poseen corazones neurogénicos que se caracterizan porque su actividad está comandada por ganglios nerviosos.

Con excepción de los trabajos de Maldonado (1965), de Huaquín (1966) y de Flores y col. (1967) no existen estudios morfofuncionales sobre el *Concholepas concholepas*. Otro molusco perteneciente a esta misma familia, cuya histología y actividad mecánica cardíaca ha sido estudiada, es el *Murex trunculus*. Estos estudios revisten interés por las analogías que tienen con el loco (Morin y Jullien, 1930. Krijgsman y Divaris, 1955).

En el presente trabajo se presenta la composición de la sangre del loco, como también estudios sobre la actividad eléctrica y mecánica, en presencia y ausencia de mediadores químicos, con el objeto de determinar si se trata de un corazón miogénico modulable por la noradrenalina y la acetilcolina como son los corazones de otros Moluscos (Scheer, 1948, Prosser y Brown, 1961, Krijgsman y Divaris, 1965 y Hecht, 1965).

## MATERIALES Y METODOS

### I SANGRE

**Elementos figurados.** Para el estudio de los componentes de la sangre del *Concholepas concholepas* se tomaron muestras (0.3 a 0.5 ml) de el vaso branquial eferente (Huaquín, 1966) desde varios animales. La sangre así aislada es de color azul intenso, no coagula y observándose claramente cómo se forma un acúmulo espontáneo de grumos que sedimentan rápidamente. Se hicieron frotis a partir del sedimento y del sobrenante utilizando el método de Giemsa rápido como técnica de tinción.

**Electrolitos.** Los cationes  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  fueron determinados por fotometría de llama (fotómetro Baird Associates) y el anión  $\text{Cl}^-$  por clorimetría en un clorurómetro Aminco Cotlove (American Instruments Co.).

**Proteínas.** La proteinemia fue determinada por

los métodos de Kjeldahl (factor utilizado: 6.25) y por el método de Lowry y col. (1951).

**Espectrograma.** Los espectrogramas de la sangre oxigenada (azul) y desoxigenada (incolora) por extracción del oxígeno con KCN a diferentes pH fueron obtenidos por medio de un espectrofotómetro Beckman DU.

**Cromatografía.** Las muestras de sangre (10-20 ml) fueron dializadas contra tampón fosfato 5mM, pH 8.4 y luego cargadas a una columna de DEAE-celulosa (2.5 x 25 cm) equilibrada con el mismo tampón. La columna fue eluida con una doble gradiente escalonada de NaCl (ascendente) y de pH (descendente. desde 8.3 a 6.5).

**Cobre.** El cobre unido a la hemocianina fue determinado previa mineralización de alícuotas con una mezcla ácida formada por HCl,  $\text{HClO}_4$   $\text{HNO}_3$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1:1) en proporción de 5:2:2:1



respectivamente. El cobre así liberado fue determinado utilizando dietilditiocarbamato de sodio.

II MORFOLOGIA Y FISILOGIA CARDIACA

*Anatomía.* Los corazones fueron estudiados por tres técnicas, a saber: a) disección, b) inyección intracardiaca o en el vaso branquial eferente de azul de metileno, azul de Evans o tinta china y c) inyección de gelatina al 10% y a 40°C con cinabrio en el vaso branquial eferente de animales desangrados y colocados en un baño de agua a 65°C por 5 minutos antes de ser sumergidos en formalina al 10%.

*Histología.* El corazón fue fijado en formalina al 10% con otros fijadores tales como Bouin, Hollande (Morin y Jullien, 1930). Se practicaron cortes de 5 a 10 micrones que fueron teñidos con hematoxilina cromó-

tropa, de Weigert, hematoxilina, hematoxilina Heidenhain, azophloxina y ácido peryódico-Schiff (MacManus).

*Fisiología.* La actividad mecánica del corazón fue estudiada acoplándole a éste un transductor de fuerza a través de una perforación en la concha del molusco. El transductor se conectó a un amplificador Grass 5P1 el cual fue, a su vez, conectado a un registrador electromagnético acoplado a un quimógrafo de papel ahumado.

La actividad eléctrica fue medida por medio de dos electrodos, uno en contacto con el agua de mar del recipiente y el otro, que estaba esmaltado en toda su longitud menos en su punta que tenía un diámetro de 50 micrometros, fue colocado en diversas partes del miocardio. Los potenciales fueron amplificados en un electrocardiógrafo Grass 5P4C y registrados en un quimógrafo de papel ahumado mediante un registrador electromagnético Grass.

RESULTADOS

I. HEMOLINFA

*Elementos figurados.* Al ser tomada la muestra las células de la sangre del *Concholepas concholepas* aglutinan, precipitando espontáneamente. En un frotis de sangre se distinguen claramente dos tipos de células. a) células linfocíticas agranulares. y b) células linfocíticas granulares. Las primeras son redondas de citoplasma claro y de núcleo redondo muy cromatínico; las segundas tienen forma redonda u ovalada con un núcleo generalmente excéntrico y poco cromatínico y cuyo citoplasma presenta granulaciones eosinofílicas. Siempre se pudo observar la presencia de células en diferentes estados de lisis.

*Electrolitos.* En la Tabla I se muestran los valores promedios de sodio, potasio y cloro y de cobre plasmático. Las concentraciones de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> del agua de mar del hábitat de estos mismos animales fueron 426,12 y 527 mmoles/l respectivamente. La literatura describe valores promedios para estos mismos electrolitos cuyos valores son: 460, 10 y 540 mmoles/l respectivamente (prosser y Brown, 1960). La concentración de cobre en el agua de mar es muchísimo más baja que la encontrada en la sangre de estos moluscos. En el *Helix pomatia* la concentración plasmática de cobre, asociada a hemocianina, es de 1.02 mmoles/l; en cambio la concentración de Cu del agua de mar es de 1.56 nmoles/l (0.00001 mg por 100 ml de agua.

ELECTROLITOS SANGUINEOS	
	CONCENTRACION. mmoles / l.
Na <sup>+</sup>	468,20 ± 36
K <sup>+</sup>	17.00 ± 4,5
Cl <sup>-</sup>	534,40 ± 40
Cobre	1,64 ± 0,04

Tab. 1 Concentración de electrolitos en sangre de *C. concholepas*.

**Proteinemia.** La concentración plasmática de proteínas fue de 40 a 47 g/l según si se utilizara el método de Kjeldahl o el de Lowry.

**Espectrograma.** El espectrograma de la sangre (Fig. 1) muestra tres máximos de absorción (a 280,

345 y 560 nm). Estos mismos han sido determinados en la sangre de otras especies (Prosser y Brown, 1960., Redfield, (1930), Klotz, 1955). El pH juega un rol importante en la absorción, tanto en el ultravioleta como en el visible, observándose

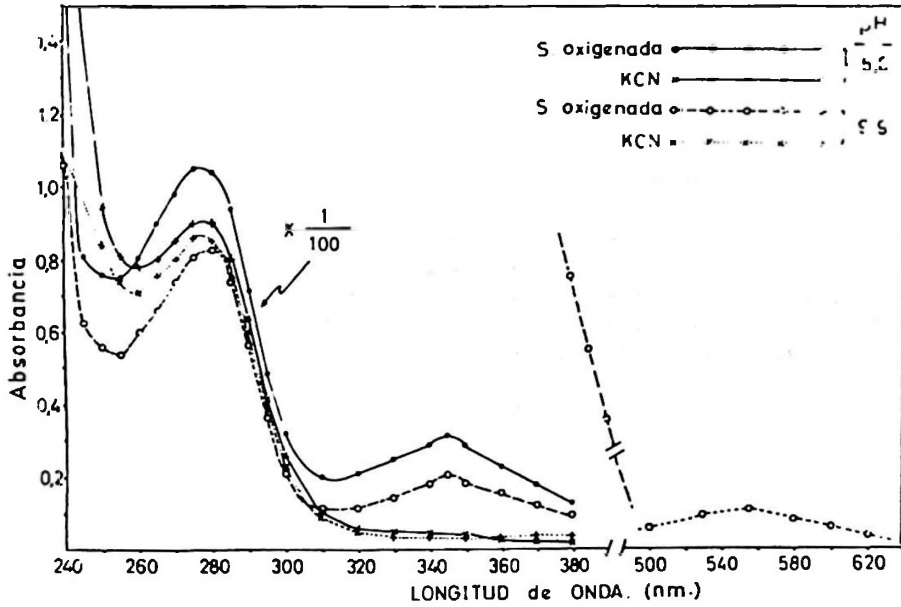


Fig. 1 Espectrogramas de la sangre oxigenada de *C. concholepas* a dos pH diferentes (5.8 y 9.9) con y sin KCN.

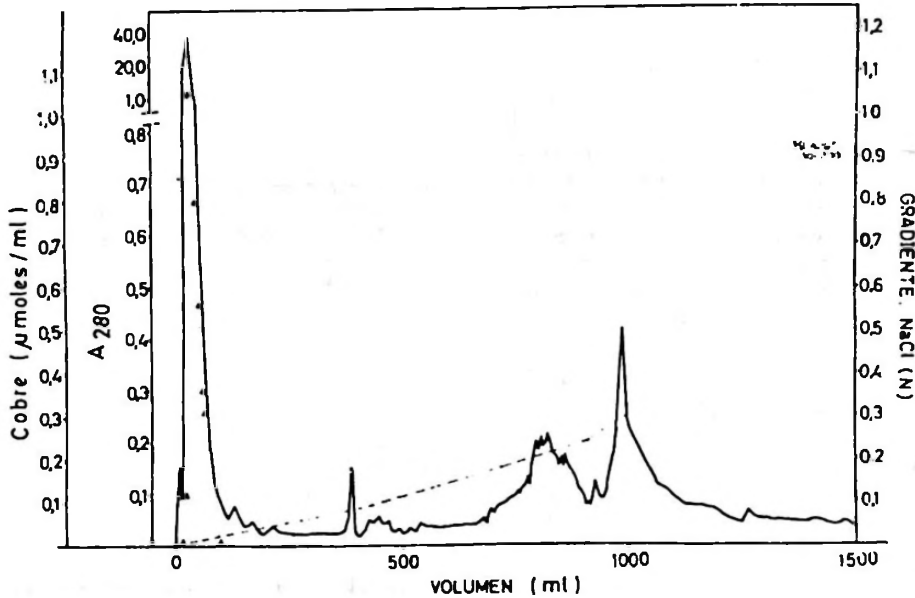


Fig. 2 Cromatograma de sangre de *C. concholepas*. Carga: 15 ml de sangre centrifugada, dializada y eluida a 30 ml/hr. Cada fracción fue de 11.8 ml. Total eluido: 1500 ml. Resina estabilizada con buffer fosfato 0,005 M a pH 8.3. Gradiente continua multifásica hasta saturación en línea discontinua. Cobre asociado al primer pico en línea punteada.

una menor absorción a pH alcalino. Este fenómeno podría explicarse en parte por un menor efecto Tyndall (Redfield, 1930) que presentarían las moléculas de proteínas al alejarse el pH del punto isoeléctrico de las mismas (4.6 aproximadamente) debido a la disociación en partículas de menor tamaño.

**Purificación de la hemocianina.** En la figura 2 se presenta una típica cromatografía en DEAE-celulosa de un pool de sangre dializada. La hemocianina no es retenida por la columna y aparece como un pico agudo en el volumen vacío de la columna. Es fácilmente reconocible por el color azul intenso que presenta. Posteriormente eluyen otras proteínas y que constituyen un 5 - 10% de las proteínas totales de la hemolinfa. Junto con la hemocianina se observa la curva del cobre que se obtiene por mineralización de alícuotas tomadas de las diversas fracciones de la cromatografía. El peso molecular mínimo, calculado a partir del % de cobre, es 40.000 a 45.000.

## II MORFOLOGIA Y FISILOGIA CARDIACA.

**Morfología del corazón.** Por disección a la altura del ctenidio se observa la cavidad pericárdica que alberga un corazón de color rosado pálido. Está formado por una aurícula y un ventrículo que mantienen una relación de tamaño entre ellos de 1:5. Por medio de la inyección de colorantes se pudo observar la presencia de un vaso que sigue el curso del ctenidio (vaso branquial eferente, Huaquín, 1966) el cual vira en 180° al llegar al vértice del ctenidio para luego desembocar en la aurícula. Del ventrículo emergen dos vasos: un vaso grueso u aorta anterior, que se dirige hacia abajo y adelante y un vaso más delgado, o aorta posterior, que se dirige hacia la región posterior del animal. El flujo de sangre sigue la misma dirección que la descrita para los vasos.

Histológicamente (Flores y col, 1967) se observa que el músculo cardíaco está constituido por fibras largas y delgadas que presentan abundantes anastomosis entre sí (Fig. 3) y que se disponen en haces compactos que adoptan diversas direcciones dejando grandes espacios ocupados por tejido conjuntivo. Los núcleos de las fibras musculares ocupan una posición central, pero también es posible distinguir núcleos en posición periférica. Los haces de fibras forman verdaderas capas musculares y se distinguen tres de ellas: a) una capa externa, formada por haces longitudinales paralelos a la superficie externa del corazón. Las fibras más internas de esta capa se dirigen en forma perpendicular al estrato medio envolviendo las fibras musculares de esta segunda capa. b) la capa intermedia, pre-



Fig. 3 Corte histológico que muestra los haces de fibras musculares cardíacas y los grandes espacios de tejido conjuntivo entre ellas y entre los estratos.

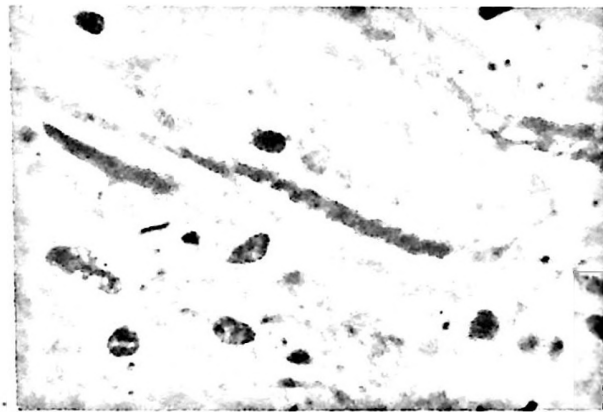


Fig. 4 Corte histológico de ventrículo de *C. concholepas* dejado una hora después de extraída del animal sin fijar. Fijado después en formalina 10% 8 micrómetros, H. Heidenhain, 1250 x (Inmersión). Al centro se observa una gruesa fibra muscular con claras estriaciones transversales.

senta fibras dispuestas en forma circular. c) el estrato interno, está formado por fibras axiales y longitudinales.

En general, las fibras musculares son muy resistentes a la coloración y con las tinciones corrientes sólo se pueden distinguir fibras ricas y pobres en sarcoplasma. Los núcleos son grandes, ligeramente ovalados y con poca cromatina. Se observa claramente un nucleolo bastante coloreable. Las estriaciones transversales de las fibras son difíciles de visualizar y sólo se pudo obtener resultados positivos cuando el corazón fué dejado por una hora fuera del animal antes de ser fijado (Fig. 4).

Entre las fibras musculares del estrato medio se pueden distinguir neuronas adosadas a las fibras musculares (Fig. 5) que se caracterizan por tener un cuerpo alargado, un citoplasma oscuro y un núcleo claro.

La superficie externa del corazón está recubierta por un epitelio simple, de células aplanadas cuyos núcleos resaltan hacia el exterior dándole un aspecto de un verdadero mesotelio o de membrana serosal. Por debajo de esta capa epitelial se observa una túnica conjuntiva fibrilar.

**Actividad eléctrica.** La actividad eléctrica espontánea es irregular. Se presentan grupos de actividad seguidos de periodos de inactividad. Con el electrodo activo clavado en la parte media del ven-

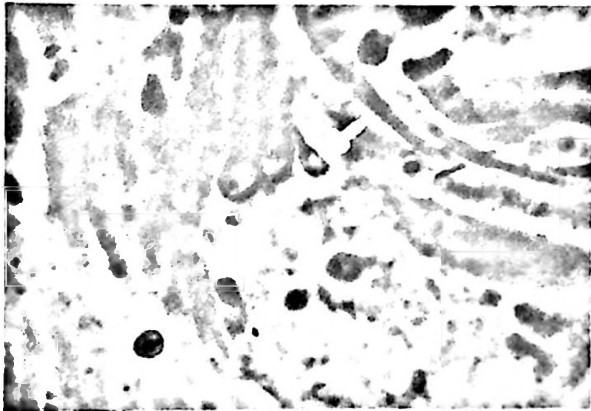


Fig. 5 Corte histológico de ventrículo de *C. concholepas* Bouin relajado, 5 micrómetros, H. cromótopo, 1250 x (inmersión). Se observan en el centro algunas células con núcleo claro y nucléolo que corresponden a células nerviosas que se encuentran a nivel de la capa media de fibras musculares.

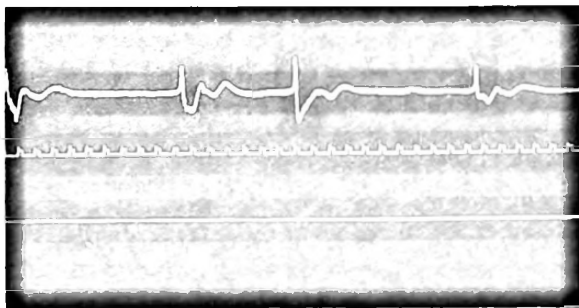


Fig. 6 Actividad eléctrica del corazón de *C. concholepas* (E.C.G.) registrada en el ventrículo. Nótese la depolarización rápida y repolarización lenta semejante a la onda T del E.C.G. de animales superiores. Irregularidad (arritmia) del E.C.G. y diferente morfología de los complejos. Tiempo: 1/5 de segundo.

trículo se pueden obtener registros muy parecidos a los electrocardiogramas de otros animales (Prosser y Brown, 1961, Concha y Vargas, 1957a) y que se caracterizan por una fase de depolarización rápida seguida de una repolarización lenta del tipo de la onda T (Fig. 6). Cada grupo de actividad posee una frecuencia relativamente constante. Los periodos de inactividad, en cambio, se caracterizan por tener una duración muy variable que va desde los 15 segundos hasta los 4 minutos. Los complejos electrocardiográficos no son iguales, dando la impresión que partieran de marcapasos diferentes. En algunos registros se pudo observar potenciales que precedían al complejo ventricular y que se caracterizaban por su similitud con la onda P auricular.

La inyección de noradrenalina (10 microgra-

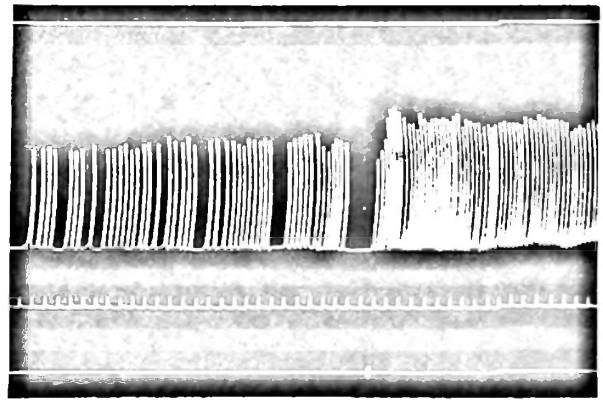


Fig. 7 Acción de noradrenalina (10 microgramos). Nótese el gran efecto cronótrópico e inótrópico positivos. Se observa muy bien el fenómeno de escalera al iniciarse el efecto. La actividad previa muestra su característica irregularidad. Tiempo: cada 5 segundos.

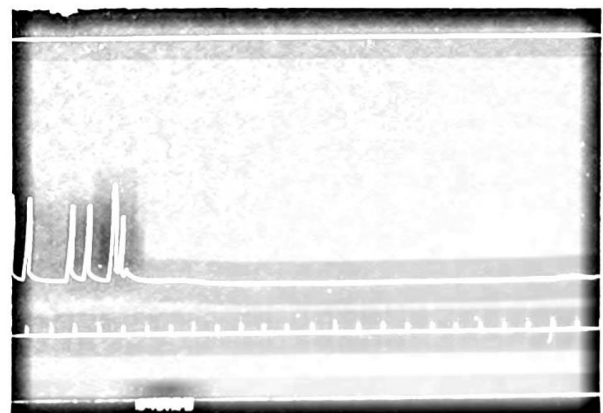


Fig. 8 Acción de acetilcolina (10 microgramos). Producción de paro cardíaco por fuerte inhibición de los marcapasos. Tiempo: cada 5 segundos.

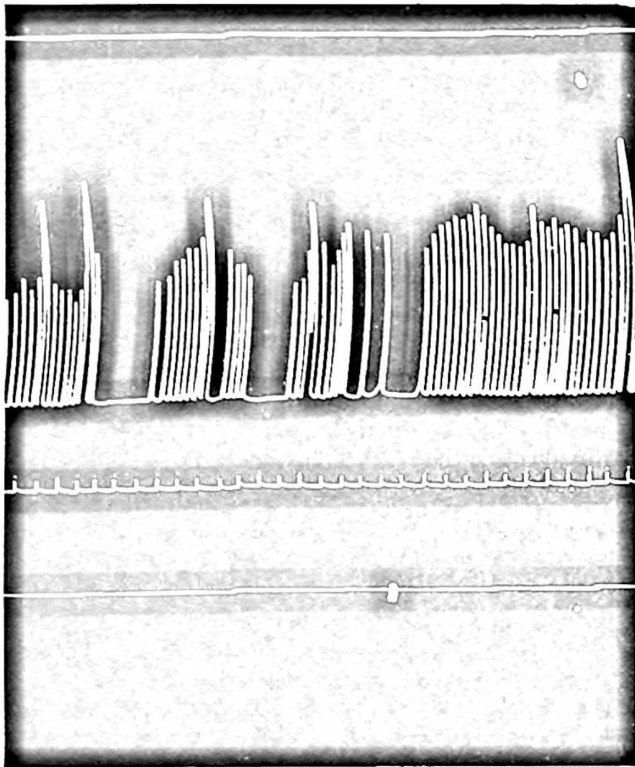


Fig. 9 Acción de 200 microgramos de atropina. Obsérvese la actividad irregular característica antes de agregar atropina. Tiempo: cada 5 segundos.

mos) regulariza la actividad eléctrica y aumenta la velocidad de los complejos. La onda T también desaparece (Fig. 7). La acetilcolina (3 a 10 microgramos) disminuye la frecuencia llegando al paro cardíaco con dosis mayores (Fig. 8).

**Actividad mecánica ventricular.** La irregularidad de las contracciones fue la característica general observada en todos los animales examinados (Fig. 7). La noradrenalina regulariza esta actividad y aumenta la frecuencia y la fuerza de las contracciones, es decir, tiene un efecto cronótrope e inótrope positivo (Fig. 7). Lo contrario sucede cuando se administra acetilcolina (Fig. 8).

La inyección de atropina (200 microgramos) aumenta la frecuencia cardíaca y la amplitud de las contracciones, simulando la acción observada con la administración de noradrenalina. El efecto de la atropina dura 3 a 4 minutos (Fig. 9). Con dosis menores de atropina (150 microgramos) no se observa el efecto.

La duración de las contracciones es variable, pero en la mayoría de los animales la fase de contracción tiene una duración de 1 segundo y la de relajación 1,24 segundos. Después de un período de inactividad llama la atención la aparición de un fenómeno de escalera (Fig. 7) lo que hace pensar que el corazón de este animal es miogénico al igual que el de los vertebrados.

## DISCUSION

### I HEMOLINFA

La sangre del *Concholepas concholepas* no se diferencia sustancialmente de la de otros moluscos que contienen hemocianina como proteína transportadora de oxígeno. Los dos tipos de células linfocíticas descritas en resultados son similares a las descritas para otros prosobranquios. En estos se describen tres tipos de células (George y Ferguson, 1950) que son: a) células linfoides, que se parecen a los linfocitos granulares y agranulares vistos por nosotros; b) amebocitos granulares eosinófilos, que corresponden a nuestro segundo grupo y c) macrófagos granulares, que no observamos y que se caracterizan por tener un núcleo bilobulado.

La sangre de los moluscos no coagula. Lo que sí se observa en forma muy clara, es un fenómeno de aglutinación espontáneo de los elementos figurados con la formación de grumos que sedimentan rápidamente. Varios autores (George y Ferguson, 1950, Dundee, 1953, Takatsuki, 1934, Drew y

Cantab, 1910) han descrito este mismo fenómeno. Este se caracteriza, en una primera instancia, por el choque de estas células entre sí, pero sin que se adhieran unas con otras. Cuando chocan con un cuerpo extraño o con un corpúsculo recién aglutinado, éstas empiezan a adherirse por medio de la emisión de pseudópodos que llegan a establecer verdaderos puentes protoplasmáticos que se acortan y ensanchan de tal forma que pueden llegar a formar un tapón en una herida producida en un vaso. Este tapón es luego invadido por fagocitos y tejido conectivo hasta llegar a la formación de un tejido de cicatrización. Este mecanismo de defensa tendría importancia para estos animales en el caso de heridas leves o de pequeñas abrasiones, ya que cuando se corta un vaso, este fenómeno de la aglutinación no es capaz de corregir la hemorragia (George y Ferguson, 1950).

La observación nuestra, de que en todos los frotis realizados se ven células en diferentes estados de lisis, podría tener relación con las llamadas "cé-

lulas explosivas" descritas por Scheer (1948) en estos animales. Se piensa que el contacto de la sangre con el aire hace que las células explosivas se lisen y aglutinen junto con las descritas anteriormente. Como se discute más abajo, esta lisis celular podría estar alterando los valores de potasio y de proteínas plasmáticas del plasma.

Los valores encontrados para los electrolitos plasmáticos (Tabla I) y los correspondientes valores para estos mismos en el agua de mar, a pesar de ser muy semejantes en su composición y osmolaridad, no permiten concluir que ambas soluciones se encuentren en libre intercambio, mientras no se determine calcio, magnesio y sulfato.

La concentración de cobre en la sangre del *C. concholepas* está en el rango de concentraciones de este mismo elemento descritas para otros moluscos. En el gastrópodo, *Helix pomatia* la concentración de cobre plasmático es de 6.5 - 11.5 mg/0/0 (1.02 mmoles/l) del cual un 0.250/0 está ligado a la hemocianina (Prosser y Brown, 1961). Esta concentración es muy parecida a la determinada por nosotros en la sangre del loco (1.64 mmoles/l). La concentración de cobre en el agua de mar es de 0.00001 mg0/0 (1.56 nmoles/l) es decir, un millón de veces menos.

La proteinemia, (40 a 46 g/l), determinada por los métodos descritos, es un poco mayor que la descrita para los crustáceos *Homarus vulgaris* y *Cancer pagarus* que tiene proteinemias de 23 y 35 g/l respectivamente (Scheer, 1948).

El 5 a 100/0 de proteínas que no correspondían a la hemocianina podrían ser de origen intracelular como se discutió más arriba. Esta alta proporción de una sola proteína plasmática coincide plenamente con los resultados encontrados en todos los invertebrados cuyo transportador de oxígeno es la hemocianina (Prosser y Brown, 1961, Woods, 1958, Tyler y Metz, 1945). Las hemocianinas desoxigenadas son incoloras y sólo absorben radiación electromagnética a 280 nm. Al captar oxígeno toman un color azul intenso y presentan dos máximos de absorción en el espectro visible (565 y 350 nm) siendo la absorción a 350 nm cien veces mayor. Estas absorciones dependen del pH como se muestra en la Figura 1.

Los coeficientes de sedimentación de las hemocianinas de los moluscos son grandes y corresponden a proteínas con pesos moleculares de varios millones. El  $S_{20,W}$  de la hemocianina del *Helix pomatia* es de 90 y corresponde a un peso molecular de 6.680.000. El peso molecular mínimo de la sangre de *Concholepas concholepas* es de 4.0 a  $4.5 \times 10^5$  Redfield (1934, 1950), Manwell (1960 y Harvey (1961) encuentran que en la sangre de los moluscos 1 mol de oxígeno se une a un peso equivalente de proteína de 50.000, lo que es-

taría de acuerdo con el peso molecular mínimo determinado por nosotros a partir del contenido de cobre.

## MORFOFUNCION CARDIACA

En lo que respecta al corazón de los moluscos, se sabe que entre los gastrópodos, aquellas especies que poseen una sola branquia (prosobranquios) poseen un corazón simple formados por dos compartimentos - una aurícula seguida de un ventrículo. Aquellas especies con más de una branquia tienen dos o más aurículas. El corazón del loco cae en la primera categoría ya que posee una sola branquia (Maldonado, 1965) y se observa claramente la presencia de un ventrículo y una sola aurícula.

Histológicamente lo que más llama la atención es que las fibras cardíacas presentan núcleos periféricos y centrales. Morín y Jullien (1930) sugieren que esto se debe a un artefacto de fijación. Nosotros no pudimos observar diferencias a pesar de usar diversas técnicas de fijación. Además, los dos tipos de núcleos se diferencian claramente en que los periféricos no tienen sarcoplasma circundante en cambio en los centrales este se hace muy visible. Nuestras observaciones coinciden con las de otros autores (Krijgsman y Divaris, 1955, Jullien y Morin, 1932) quienes describen la presencia de células nerviosas en el miocardio del *Murex trunculus* semejantes a las observadas por nosotros. Sin embargo, la existencia o no de estas células es un asunto bastante controvertido ya que hay bastantes autores que le niegan su existencia (Spillman, 1905, Ramsom, 1884).

La actividad eléctrica y mecánica del corazón del *Concholepas concholepas*, "in situ" demuestra lo óptimo de la preparación ya que los registros se mantienen en buena forma hasta por 36 horas. Morin y Jullien (1932) demuestran un fenómeno de envejecimiento en el corazón del *Murex trunculus* que consiste en una regularización del ritmo cardíaco pasadas las 30 horas. En general, los corazones recién extraídos pasan por diferentes etapas o fases de excitabilidad y los registros que de ellos se obtienen se caracterizan por la aparición de períodos de actividad agrupados.

En nuestras preparaciones se vio claramente que la onda de contracción no siempre se realiza en el mismo sentido. Este fenómeno no está descrito. Otros autores postulan la presencia de un marcapasos o más de uno (Krijgsman y Divaris, 1955, Hecht, 1955). Folkow (1964) en cambio, postula la existencia de un marcapasos difuso que variaría de posición. En algunos animales la actividad registrada no correspondía a un registro típico de depolarizaciones y repolarizaciones ventriculares, sino, que se presentaba con todas las características de un potencial auricular. La explicación de este fenómeno requiere de mayores estudios.



La regularización del ritmo del corazón aislado del *M. trunculus* por efecto del envejecimiento induce a pensar en la posible existencia de una sustancia o de mecanismo cardioinhibidor (Morin y Jullien, 1930). En nuestros experimentos con atropina se observó una clara regularización de las construcciones, como también de la frecuencia con que se contraía el corazón. Esto estaría apoyando la hipótesis de que habría una sustancia inhibidora o de que habría un freno de tipo nervioso que estaría regulando esta actividad. Estas observaciones coinciden también con los descritos, no sólo para el *M. trunculus*, sino que a los observados en la *Ostrea*, *Aplysia*, *Fasciata* y *Helix* (Krijgsman y Divaris, 1955, Morin y Jullien, 1932, Jullien y Morin, 1931, Jullien y co., 1930, Jullien y col., 1938, Jullien, 1937) en los cuales se observa este fenómeno y su regulación por el envejecimiento.

La acción de la atropina sólo se manifiesta a dosis altas. Según Krijgsman y Divaris (1955) la atropina no estaría actuando sobre la acetilcolina. La presencia de células nerviosas en los cortes de corazón del *C. concholepas* hace pensar que estas serían responsables de la acción cardioinhibidora observada.

Según el origen de las contracciones cardíacas, los corazones se pueden dividir en dos tipos: neurogénicos y miogénicos. En el primer caso, la contracción cardíaca obedece a una señal enviada desde una célula ganglionar, en cambio, en el corazón miogénico existen marcapasos propios que no requieren de un comando nervioso. Los corazones de los vertebrados y de los moluscos son miogénicos y en estos últimos la contracción se puede originar en cualquier parte del miocardio y ésta puede ser local o completa (Berthe y Petitfrere, 1934).

Otra característica de los corazones de los moluscos es su extrema sensibilidad a la presión. Su

frecuencia de contracción se hace máxima cuando el corazón se encuentra distendido y la presión interna es alta. Prosser y Brown (1961) describen cinco criterios que permite distinguir la naturaleza miogénica o neurogénica de los marcapasos. En este trabajo se aplicaron tres de estos criterios: a) observación de la presencia o ausencia de células ganglionares; la extirpación de ellas trae como consecuencia la detención de las contracciones. b) Registro electrocardiográfico con ausencia de potenciales de carácter oscilatorio y c) Respuesta a mediadores químicos, especialmente a la acetilcolina que estimula la acción de las células ganglionares. Los tres criterios empleados sugieren fuertemente que el corazón del *C. concholepas* es miogénico.

La acetilcolina inhibe las contracciones de los corazones de los moluscos (gastropodos, pelecipodos y cefalópodos) y estimula la de los Artrópodos. Estos últimos se caracterizan por poseer corazones neurogénicos. En la figura 8 se observa la parálisis cardíaca producida por una dosis baja de este mediador. El efecto de la acetilcolina puede ser bloqueado por tetraetilamonio pero no con atropina (Welsh, 1942, Welsh y McCoy, 1957).

Por su parte, la noradrenalina estimula la frecuencia y la amplitud de las contracciones de los corazones de los moluscos (Fredericq y Bacq, 1939, 1940). Lo mismo se observó en el corazón del loco (Fig. 7). La droga muestra un efecto inótrofo y cronótrofo positivo.

El mecanismo generador de la actividad cardíaca del corazón del loco aún no se conoce. Algunos autores señalan que, al igual que la fibra lisa (Folkow, 1964, el mecanismo generador de las contracciones podría ser la distensión de la musculatura del miocardio (Prosser y Brown, 1961).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BERTHE, J. y C. PETITFRERE. (1934). Archives of International Physiology 39, 98 - 111.
- CONCHA, J. y F. VARGAS. (1957a). Investigaciones Zoológicas Chilenas 3, 96.
- CONCHA, J. y F. VARGAS (1957b). Investigaciones Zoológicas Chilenas 3, 122.
- DREW, G.H. y B.A. CANTAB (1910). Quarterly Journal of Microscopic Sciences 54, 605 - 621.
- DUNDEE, D.S. (1953). Transactions of the American Microscope Society 72, 254 - 264.
- FLORES, G., M. KRAUSKOPF y J. CONCHA. (1967). Annales d'Histochemie 12, 233 - 241.
- FOLKOW, B. (1964). Circulation Research. XIV-XV, 279
- FREDERICQ, H. y Z.M.BACQ (1939). Archives of International Physiology. 49, 490 - 496.
- FREDERICQ, H. y Z. M. BACQ (1940). Archives of International Physiology. 50, 169 - 184.
- GEORGE, W.C. y J.H. FERGUSON, (1950). Journal of Morphology 86, 315 - 327.
- HARVEY' H.W., (1961). The Chemistry and Fertility of Sea Water. Cambridge University Press. p. 3.
- HECHT, H.H. (1965). Annals of the New York Academy of Sciences. 127, 48 - 83.
- HUAQUIN, L., (1966). Tesis Departamento de Biología. Facultad de Medicina. Universidad Católica. Santiago.
- JULLIEN, A., G. MORIN, y H. BLANC., (1930). Comptes Rendues. Societe du Biologie. 104, 578.
- JULLIEN, A. y G. MORIN., (1931). Comptes Rendues Societe du Biologie. 108, 1242.
- JULLIEN, A. y G. MORIN., (1932). C. R. Academie du Sciences. Paris 194, 1602.

- JULLIEN, A. (1937). *Archives International Physiology*. 45, 189.
- JULLIEN, A. y D. VINCENT., M. BOUCHET. M. VIULET. (1938). *Annales Physiologique et Physicochimie Biologie*. 14, 567 - 574.
- KLOTZ, I.M. (1955). *Science* 121, 477 - 480.
- KRIJGSMAN, J.B. y A.G. DIVARIS. (1955) *Biological Reviews*. Cambridge Phil. Society. 30, 1 - 39.
- LOWRY, O.H., N.J. ROSEBROUGH., L.A. FARR y R.J. RANDALL. (1951). *Journal of Biological Chemistry*. 198, 265.
- MALDONADO, R., (1965). *Revista de Biología Marina*. XII, 121.
- MANWELL, C. (1960). *Annual Review of Physiology*. 22, 191 - 244.
- MORIN, G. y A. JULLIEN (1930) *Bulletin d'Histologie*. 7, 79 - 96.
- MORIN, G. y A. JULLIEN, (1932). *Archives International Physiology*. 35, 143.
- PROSSER, L.C. y A.F. BROWN. (1961). *Comparative Animal Physiology*, Secon Edition. W. B. Saunders. Co. Philadelphia. 6 - 47, 57 - 76, 198 - 207, 393 - 411.
- RANSOM, W.B. (1884). *Journal of Physiology*. London. 5, 261 - 341.
- REDFIELD. A.C. (1934). *Biological Review*. Cambridge Phil. Society. 9, 175 - 212.
- REDFIELD. A.C. (1950). *Copper Metabolism*. John Hopkins Press, Baltimore, Md. p. 174 - 190.
- SCHEER, T.B. (1948). *Comparative Physiology*. John Wiley and Sons, New York, páginas: 172 - 173, 194, 196, 265, 275 - 276.
- SPILLMAN. J. (1905). *Journal of Physiology*. London. 40, 537 - 588.
- TAKATSUKI, S. (1934). *Quarterly Journal of Microcope Sciences* 76, 379 - 432.
- TYLER, A. y C.B.METZ. (1945). *Journal of Experimental Zoology*. 100, 387.
- WELSH, J.H. (1942). *Journal of Cellular and Comparative Physiology*. 19, 271 - 279.
- WELSH, J.H. y A.C. McCoy. (1957). *Science*. 125, 348.



CONSUMO DE FRUCTOSA 1-6 DIFOSFATO EN MUSCULO DE  
*CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*  
 Y ALGUNAS PROPIEDADES DE LA PIRUVATO QUINASA

A. Moran D., R. González R., S. Muñoz H. \*

RESUMEN

Se estudia el consumo de fructosa difosfato por cortes, homogeneizado y líquidos sobrenadantes de músculo de *Concholepas concholepas*. Como productos de glicolisis aparecen  $\alpha$  glicerol fosfato y piruvato. El fluoruro inhibe la aparición de piruvato sin modificar la liberación de  $\alpha$  glicerol fosfato ni el consumo de fructosa difosfato. El arseniato estimula el consumo de fructosa difosfato y la producción de  $\alpha$  glicerol fosfato y piruvato. Cuando están presentes en forma simultánea arseniato y fluoruro la acción inhibitoria del último aumenta.

La Piruvato quinasa (ATP piruvato fosfotransferasa, E.C. 2.7.1.40) de este músculo es una enzima alostérica con un pH óptimo entre 7,2 y 7,7. El sustrato fosfoenol piruvato tiene un efecto cooperativo positivo.

Es inhibida por fenilalanina, modificándose los valores de  $K_{0,5}$  y n de Hill de 0,12 mM y 1,64 a 0,4 mM y 2,6 respectivamente.

La fructosa difosfato tiene un efecto activante de la enzima y anula el efecto inhibitorio de la fenilalanina.-

FRUCTOSE 1,6 – DIPHOSPHATE UTILIZATION AND  
 SOME PROPERTIES OF PYRUVATE KINASE FROM THE MUSCLE OF  
*CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*

ABSTRACT

The fructose 1-6 diphosphate consumption in slices homogenized and supernatants (23.000 xg and 105.000 xg) of muscle of *Concholepas concholepas* is studied. The final products of glycolysis are phosphoglycerol and pyruvate. The fluoride inhibits the appearance of Pyruvate and does not modify the fructose diphosphate consumption and the phosphoglycerol production. The arsenate stimulate fructose diphosphate consumption and increases the production of phosphoglycerol and pyruvate. When the arsenate and fluoride are simultaneously present, the inhibitory action of fluoride increase.

The enzyme Pyruvate kinase (ATP Pyruvate phosphotransferase, E.C. 2.7.1.40) separated from *Concholepas concholepas* muscle, shows homotropic cooperativity towards the substrate phosphoenol pyruvate with an optimal pH between 7,2 and 7,7.

The enzyme is markedly inhibited by L phenyl alanine with modification of the value of  $K_{0,5}$  and n (Hill number) from 0,12 mM with and 1,64 to 0,4 mM and 2,6 respectively. The fructose diphosphate has an activating effect on the enzyme and abolish the inhibitory effect of the Phenylalanine.

Nota: Este trabajo fue realizado con ayuda de la Vicerrectoría de Investigación Científica (Proyecto Nº 2.09.16)

(\*) Departamento de Bioquímica Instituto de Ciencias Médico-Biológicas. Universidad de Concepción. Casilla 367.



## INTRODUCCION

Una característica importante de la mayoría de los moluscos es el alto contenido de glicógeno en el tejido muscular comparado con el glicógeno en el músculo de los vertebrados (De Zwaan y Wijsman, 1976). Debido a que la degradación metabólica de esta reserva energética está muy controlada, su utilización es lenta; por ejemplo en *Mytilus edulis* se encuentra una concentración importante luego de un período de ayuno de 72 horas (De Zwaan y Zandee, 1972). Estas características son aplicables a la especie *Concholepas concholepas* en la cual hemos encontrado una concentración de glicógeno muscular cercana al 20% del peso seco (Hassid y Abraham, 1957), concentración que se mantiene prácticamente invariable, luego de un período de incubación de 6 horas de cortes de tejido en medio de Krebs (Umbreit *et al.*, 1957).

En un esfuerzo por tener algunos datos que nos permitan estudiar la regulación de la glicolisis de estos animales, exploramos algunas etapas relacionadas con la utilización de la fructosa difosfato en diversas condiciones experimentales. Encontramos consumo de fructosa difosfato sin producción de

lactato (Kluytmans *et al.*, 1975); sin embargo, hay liberación de fosfoglicerol y piruvato al medio de incubación. La producción de estos dos metabolitos puede modificarse por la presencia de fluoruro y arseniato, dos aniones de acción bien definida en glicolisis (Chance *et al.*, 1965; Kagawa y Kagawa, 1969).

En esta comunicación se analizan los resultados obtenidos al medir el consumo de fructosa difosfato y la aparición de fosfoglicerol y piruvato en cortes de tejido, homogeneizado al 33% y líquidos sobrenadantes de 23.000 xg y de 105.000 xg. Finalmente, presentamos algunas características cinéticas de la enzima Piruvato-quinasa que cataliza una etapa fisiológicamente irreversible de la glicolisis, ligada directamente a la producción de piruvato y ATP. Se trata de una enzima intensamente regulada en todos los organismos en que ha sido estudiada (De Zwaan y Holwerda, 1972; Holwerda y De Zwaan, 1973; Bannister y Anastasi, 1976). Es estimulada alostéricamente por fosfoenol piruvato y fructosa difosfato e inhibida por fenilalanina.

## MATERIAL Y METODOS

Reactivos: Nicotinamida. E. Merck, Darmstadt. Germany.

ATP, ADP, PEP, NAD, NADH + H<sup>+</sup>, FDP, TRIS, α glicerol fosfato deshidrogenasa, láctico deshidrogenasa, fenilalanina, Sigma Chemical Co. St. Louis Mo, U.S.A.

El resto de los reactivos es de grado analítico.

Los moluscos utilizados provenían de la bahía de San Vicente; los experimentos se realizaron inmediatamente de recibidos en el Laboratorio.

Se hicieron cortes de músculo de un espesor promedio de 0,5 mm en un micrótopo y se trabajó con 100 mg por experimento.

La preparación del homogeneizado se hacía al 33% en KCl 25 mM en un homogeneizador Bühler, por 2 min a 0°. Se centrifugaba este homogeneizado a 23.000 xg durante 20 min en una centrífuga Sorvall R.C.2B. Una alícuota del líquido sobrenadante obtenido se volvía a centrifugar a 105.000 xg durante 20 min en una centrífuga Spinco modelo L; ambas centrifugaciones se realizaban a 0°.

La composición del medio de incubación se fue variando hasta obtener el mejor consumo de fructosa difosfato, quedando las concentraciones finales de: nicotinamida 20 mM, fosfato de potasio 16 mM pH 7,2, tampón tris 33 mM pH 7,2, MgCl<sub>2</sub> 33

mM, NAD<sup>+</sup> 0,33 mM, fructosa difosfato 6,6 mM, ADP 3 mM, arseniato de sodio 16 mM, fluoruro de sodio 60 mM, y 0,4 ml de homogeneizado o de uno de los líquidos sobrenadantes, o 100 mg de cortes de tejido, en un volumen final de 1,5 ml.

Las incubaciones se hicieron en un respirómetro de Warburg. La fase gaseosa del interior de los manómetros fue aire, con el medio de incubación previamente oxigenado durante 10 min. La fructosa difosfato se determinó con cisteína carbazol (Ashwell, 1957).

El α glicerol fosfato se determinó enzimáticamente (Hohorst, 1965). El piruvato se midió enzimáticamente (Bücher *et al.*, 1965) y químicamente con 2-4 dinitrofenil hidrazina (Umbreit y Burris, 1957).

---

ATP	- Adenosin trifosfato
ADP	- Adenosin difosfato
PEP	- Fosfoenol piruvato
NAD	- Nicotinamida adenin dinucleótido
NADH + H <sup>+</sup>	- Nicotinamida adenin dinucleótido reducido
FDP	- Fructosa difosfato
TRIS	- (hidroximetil) amino metano



## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados están expresados en  $\mu$  moles por 100 mg de tejido húmedo incubado durante 30 min a 30°.

CONSUMO DE FDP Y ACUMULACION DE  $\alpha$  GLICEROL FOSFATO Y PIRUVATO EN CORTES, HOMOGENEIZADO Y LIQUIDOS SOBRENATURALES DE 23.000 xg Y DE 105.000 xg.

TABLA 1

	Consumo	Producción	
	FDP $\mu$ mol/100 mg tejido	$\alpha$ glicerol fosfato $\mu$ mol/100 mg tejido	piruvato $\mu$ mol/100 mg tejido
Cortes	5,03 $\pm$ 0,25	1,98 $\pm$ 0,17	1,89 $\pm$ 0,45
Homogeneizado	4,53 $\pm$ 0,49	3,84 $\pm$ 0,31	2,86 $\pm$ 0,67
Líquido sobrenadante 23.000 xg	2,08 $\pm$ 0,37	2,75 $\pm$ 0,13	1,31 $\pm$ 0,13
Líquido sobrenadante 105.000 xg	2,50 $\pm$ 0,15	2,10 $\pm$ 0,18	0,84 $\pm$ 0,06

## EFECTO DEL FLUORURO

TABLA 2

	Consumo	Producción	
	FDP $\mu$ mol/100 mg tejido	$\alpha$ glicerol fosfato $\mu$ mol/100 mg tejido	piruvato $\mu$ mol/100 mg tejido
Cortes	5,26 $\pm$ 0,49	1,93 $\pm$ 0,26	0,17 $\pm$ 0,11
Homogeneizado	4,30 $\pm$ 0,25	3,85 $\pm$ 0,04	0,17 $\pm$ 0,06
Líquido sobrenadante 23.000 xg	3,30 $\pm$ 0,25	2,64 $\pm$ 0,26	0,74 $\pm$ 0,16
Líquido sobrenadante 105.000 xg	2,37 $\pm$ 0,13	2,04 $\pm$ 0,10	0,90 $\pm$ 0,05

Los resultados corresponden al término medio  $\pm$  el error standard.

En estas condiciones el consumo de fructosa difosfato por cortes y homogeneizado es práctica-

mente total. En el caso de los cortes de tejido este consumo se hace con una baja acumulación de  $\alpha$  glicerol fosfato y piruvato. Esto se debería a que hay buena utilización de estos productos por el

tejido relativamente intacto, cosa que no ocurre con el homogeneizado en que hay buen consumo de fructosa difosfato, pero una utilización menor de  $\alpha$  glicerol fosfato y piruvato. En el caso de los líquidos sobrenadantes, suponemos que el piruvato no se acumula porque en anaerobiosis la carboxilación del fosfoenol piruvato estaría favorecida desviándose a oxaloacetato y malato (Hochachka y Mustafa, 1972); no aparece lactato como producto de glicolisis.

La concentración de fluoruro fue 60 mM final. Este ión no modifica el consumo de fructosa difosfato en las diferentes condiciones experimentales; tampoco afecta la producción de  $\alpha$  glicerol fosfato. En cambio, la acumulación de piruvato está notablemente disminuida en cortes y homogeneizados (Bücher, 1955), pero en los líquidos sobrenadantes el efecto es menor.

### ACCION DEL ARSENIATO

TABLA 3

	Consumo	Producción	
	FDP $\mu$ mol/100 mg tejido	$\alpha$ glicerol fosfato $\mu$ mol/100 mg tejido	piruvato $\mu$ mol/100 mg tejido
Cortes	4,27 $\pm$ 0,27	1,60 $\pm$ 0,23	2,25 $\pm$ 0,18
Homogeneizado	5,28 $\pm$ 0,34	4,35 $\pm$ 0,08	2,29 $\pm$ 0,9
Líquido sobrenadante 23.000 xg	3,82 $\pm$ 0,32	4,42 $\pm$ 0,006	5,19 $\pm$ 0,34
Líquido sobrenadante 105.000 xg	4,99 $\pm$ 0,26	3,47 $\pm$ 0,13	5,07 $\pm$ 0,25

### EFEECTO DEL ARSENIATO Y FLUORURO

Las concentraciones de los aniones son las descritas en las tablas 2 y 3.

TABLA 4

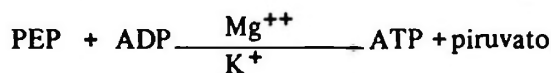
	Consumo	Producción	
	FDP $\mu$ mol/100 mg tejido	$\alpha$ glicerol fosfato $\mu$ mol/100 mg tejido	piruvato $\mu$ mol/100 mg tejido
Cortes	5,25 $\pm$ 0,15	2,54 $\pm$ 0,26	0,06 $\pm$ 0,008
Homogeneizado	5,32 $\pm$ 0,14	5,20 $\pm$ 0,19	0,07 $\pm$ 0,003
Líquido sobrenadante 23.000 xg	4,38 $\pm$ 0,31	5,49 $\pm$ 0,18	0,06 $\pm$ 0,01
Líquido sobrenadante 105,000 xg	4,64 $\pm$ 0,23	4,72 $\pm$ 0,14	0,09 $\pm$ 0,001

En estos experimentos se reemplaza al fósforo inorgánico del medio de incubación por arseniato al mismo pH (7,2) y concentración (16 mM final). Se puede observar cómo la acción del arseniato estimula el consumo de fructosa difosfato en los líquidos sobrenadantes (Tabla 1) y también la producción de  $\alpha$  glicerol fosfato y piruvato. El aumento de  $\alpha$  glicerol fosfato se debería a que por acción del arseniato a nivel de la triosa fosfato deshidrogenasa (D: gliceraldehido-3-fosfato, óxido reductasa) se dispone de NADH + H<sup>+</sup> que reacciona con el dihidroxiacetón fosfato y de esta manera favorece la liberación de piruvato (Allison, 1966). En homogeneizados y cortes no se observa mayor alteración en la concentración de estos metabolitos, porque están presentes todos los componentes del tejido que utilizan normalmente la posible mayor producción de ellos.

Aquí de nuevo el arseniato reemplaza al fosfato en el medio de incubación, al cual se le agrega además, fluoruro en la concentración indicada anteriormente.

Persiste la acción del arseniato en relación con el consumo de fructosa difosfato y la aparición de fosfoglicerol; sin embargo, la liberación de piruvato está notablemente disminuida cuando los aniones se encuentran presentes simultáneamente. Esto sería importante en caso de contaminación de aguas por estos compuestos que producirían una inhibición de la glicolisis mucho más efectiva que cuando se encuentran separados.

Estas experiencias nos hicieron pensar que sería interesante conocer algunas propiedades de la enzima piruvato quinasa de estos animales, que cataliza la reacción:



que en las especies estudiadas está finamente regulada (Koshland, 1968) ya que su sustrato PEP participa no solamente en glicolisis sino también en gluconeogénesis.

**OBTENCION DE LA ENZIMA**

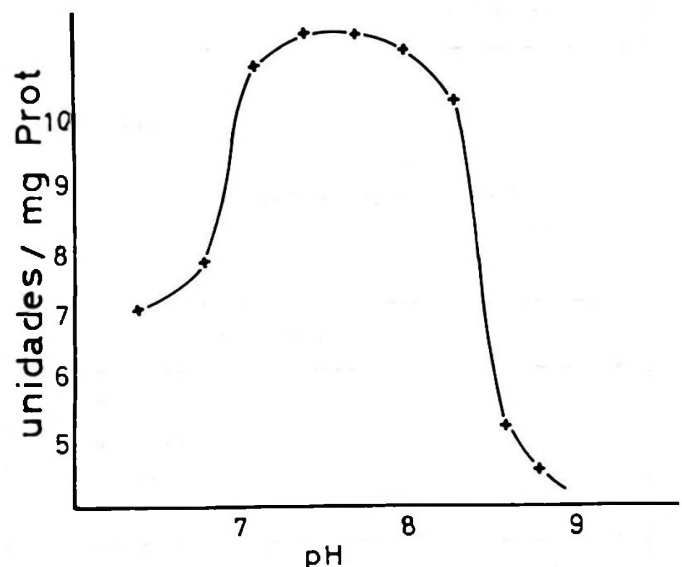
El tejido muscular se homogeneizó con 2 volúmenes de KCl 150 mM, MgSO<sub>4</sub> 5 mM, EDTA 1 mM, mercaptoetanol 1 mM. Se centrifugaba a 23.000 xg y en el líquido sobrenadante se precipitaba la enzima entre 35 y 55% de saturación con sulfato de amonio sólido. El precipitado resultante se disolvía en un volumen mínimo de tampón tris 10 mM pH 7,4 y se hacía pasar por una columna de Sephadex G 100 y luego por una de DEAE celulosa. Esta última se eluía con una gradiente de concentración lineal de KCl en el mismo tampón tris 10 mM. Las fracciones eluidas de la columna

que tenían actividad enzimática se mezclaban y precipitaban al 60% de saturación con sulfato de amonio. El precipitado se suspendía en una pequeña cantidad del tampón anterior y se usaba como fuente de enzima. Es estable por un mes guardada en cámara fría a 4°.

La actividad se valoraba por el método de Bücher y Pfeleiderer (Bücher y Pfeleiderer, 1957). La formación de piruvato se medía en presencia de láctico deshidrogenasa y NADH + H<sup>+</sup> a 340 nm. La mezcla de incubación estaba formada por tris pH 7,4 100 mM, MgSO<sub>4</sub> 5 mM, KCl 100 mM, PEP 1 mM, ADP 1 mM, NADH + H<sup>+</sup> 0,15 mM y exceso de láctico deshidrogenasa en un volumen final de 1 ml. La reacción se hacía partir por adición de piruvato quinasa diluida.

**DETERMINACION DE pH OPTIMO**

Como se muestra en la figura 1, esta enzima tiene un pH óptimo que fluctúa entre 7,4 y 7,65; a pH mayores o menores hay un descenso rápido de la actividad.



**DETERMINACION DE pH OPTIMO.**

Fig. 1 Determinación de pH óptimo. Tampón tris 100 mM. PEP 1 mM, ADP 1 mM. Otras condiciones de ensayo descritas en valoración de actividad.

**DETERMINACION DE LA CONSTANTE DE MICHAELIS APARENTE PARA ADP.**

La figura 2 se refiere a la determinación de  $K_m$  aparente por el diagrama de los dobles recíprocos para ADP, dando un valor de  $3,03 \times 10^{-4}$  M.

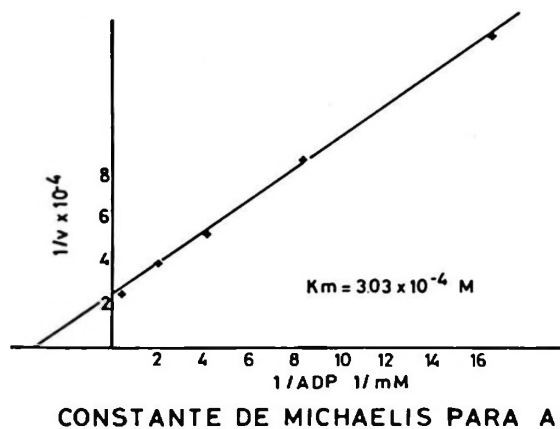


Fig. 2 Un diagrama de dobles recíprocos para determinar  $K_m$  aparente para ADP. Condiciones de ensayo descritas en determinación de actividad.

**DETERMINACION DE  $K_{0,5}$  PARA FOSFOENOL PIRUVATO. INHIBICION POR FENILALANINA Y ACTIVACION POR PEQUEÑAS CONCENTRACIONES DE FRUCTOSA DIFOSFATO**

La figura 3 muestra las curvas de velocidad ver-

sus concentraciones crecientes de fosfoenol piruvato a pH 7,4. Para el control la curva es de tipo sigmooidal, mostrando un efecto cooperativo positivo ( $n = 1,64$ ) y un valor de  $K_{0,5}$  de 0,12 mM. No se observa inhibición por exceso de sustrato. Cuando la determinación se hace en presencia de fenilalanina 1 mM, el valor de  $K_{0,5}$  sube a 0,40 mM con una modificación en el valor de  $n$  igual a 2,6. Repitiendo esta determinación con fenilalanina, pero en presencia de fructosa difosfato 0,1 mM se obtiene una curva hiperbólica en la que desaparece el efecto inhibitorio de la fenilalanina y el efecto cooperativo del sustrato, modificándose el valor de  $K_{0,5}$  a 0,07 mM y el número de Hill a 1,0.

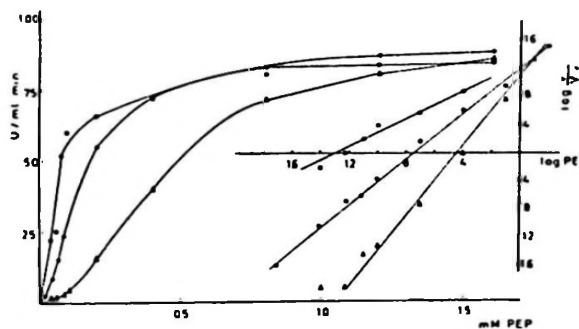


Fig. 3 Relación entre la actividad de la piruvato quinasa y la concentración de fosfoenol-piruvato a pH 7,4 ●—● Control; ▲—▲ en presencia de fenilalanina 1 mM; ○—○ y fructosa difosfato 0,1 mM. Condiciones del ensayo descritas en valoración de actividad. Se incluye un diagrama con los valores del número de Hill.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

ALLISON S.W. 1966. Glyceraldehyde 3-Phosphate Dehydrogenase Crystalline. En: Methods in Enzymology. 9 : 210 - 215. S.P. Colowick and O. N. Kaplan (ed.) Academic Press.

ASWELL G. 1957. Colorimetric Analysis of Sugars. En: Methods in Enzymology. 3 : 77 - 105. S.P. Colowick and N.O. Kaplan (ed.). Academic Press.

BANNISTER V.J. y A. ANASTASI. 1976. The effect of fructose 1-6 diphosphate on Pyruvate kinase from white muscle of three species of Mediterranean Fish. Comp. Biochem. Physiol. 55B : 449 - 451.

BUCHER T. 1955. Enolase from Brewer's yeast. En: Methods in Enzymology. 1 : 427 - 440. S.P. Colowick and N.O. Kaplan (ed.). Academic Press.

BUCHER, T. y G. PFLEIDERER. 1957. En: Methods in Enzymology. 1 : 435 pp. S.P. Colowick and N.O. Kaplan (ed.). Academic Press.

BUCHER, T.; R. CZOK; W. LARMPRECHT; E. LATZKO 1965. Pyruvate. En: Methods of Enzymatic analysis: 253 - 259. H.U. Bergmeyer (ed.). Academic Press.

CHANCE, B.; B. SCHOENER; S. ELSAESSE. 1965. Metabolic control phenomena involved in damped sinusoidal oscillations of Reduced Diphosphopyridine Nucleotide in a cell-free extract of Saccharomyces Carlsbergensis. J. Biol. Chem. 240 : 3170.

DE ZWAAN, A y D.A. HOLWERDA. 1972. The effect of Phosphoenolpyruvate, fructose 1-6 diphosphate and pH on Allosteric pyruvate kinase in muscle tissue of the Bivalve *Mytilus edulis* L. Biochim. Biophys. Acta 276 : 430 - 433.

DE ZWAAN, A. y D.I. ZANDEE. 1972b. The utilization of glycogen and accumulation of some intermediates during anaerobiosis in *Mytilus edulis* L. Comp. Bio-

- chem. Physiol. 43 B : 47 - 54.
- DE ZWAAN, A. y T.C.M. WIJSMAN, 1976. Anaerobic metabolism in Bivalvia (mollusca). Characteristics of Anaerobic Metabolism. Comp. Biochem. Physiol. 54 B : 313 - 324.
- HASSID, Z.W. y S. ABRAHAM, 1957. Chemical Procedures for Analysis of Polysaccharides. En: Methods in Enzymology 3 : 34 - 54. S.P. Colowick and N.O. Kaplan (ed.). Academic Press.
- HOCHACHKA, P.W. y MUSTAFA, 1972. Invertebrate Facultative Anaerobiosis. Science 178 : 1056 - 1060.
- HOLWERDA, A.D. y A. DE ZWAAN, 1973. Kinetic and molecular characteristics of allosteric Pyruvate kinase from muscle tissue of the sea mussel *Mytilus edulis* L. Biochim. Biophys. Acta. 309 : 296 - 306.
- HOHORST, H.J. 1965. L - (-) Glycerol-1-Phosphate. Determination with Glycerol-1-Phosphate Dehydrogenase. En: Methods of Enzymatic Analysis: 215-219. Ed. H.V. Bergmeyer (ed.). Academic Press.
- KAGAWA, Y. y AIKO KAGAWA. 1969. Accumulation of arsenate-76 by mitochondria. J. Biochem. 65 : 105.
- KOSHLAND, E.D.; K.E. NET. 1968. The catalytic and Regulatory Properties of Enzymes. Ann. Rev. Biochem. 37 : 359 - 410.
- KLUYTMANS, J.H., F.M. VEENHOF., P.R. DE ZWAAN A. 1975. Anaerobic production of volatile fatty acids in the sea mussel *Mytilus edulis* L.J. Comp. Physiol. 104 : 71 - 78.
- UMBREIT, W.W., R.H. BURRIS., J.F. STAUFFER, 1957. Manometric Techniques 150 pp. Burgess Publishing Co
- UMBREIT, W.W. y R.H. BURRIS, 1957. Methods for Pyruvic acid Ketoglutaric Acid: 239 - 240. Manometric Techniques. Burgess Publishing Co.

CONOCIMIENTO CIENTIFICO ACTUAL SOBRE REPRODUCCION  
Y DESARROLLO DE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*  
(MOLLUSCA: GASTROPODA: MURICIDAE)

Luis Ramorino M. \*

RESUMEN

Este trabajo resume y analiza críticamente algunos aspectos de la biología reproductiva de *Concholepas concholepas*, publicados hasta diciembre de 1977. Los aspectos analizados son: aparato reproductor, primera madurez gonádica, estadios de las gónadas y de otros componentes del aparato reproductor, cópula y fertilización, postura, ciclo reproductivo, desarrollo embrionario y larval. Entre estos temas, el mayor énfasis se ha dado a los estadios gonadales, ciclo reproductivo y al desarrollo embrionario y larval.

PRESENT SCIENTIFIC KNOWLEDGE ON THE REPRODUCTION  
AND DEVELOPMENT OF *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*  
(MOLLUSCA: GASTROPODA: MURICIDAE)

ABSTRACT

This paper was presented to the Symposium on *Concholepas concholepas* held at the Department of Oceanology, University of Chile, Valparaíso, on December 1977. It is a critical review of some aspects of the reproductive biology in this species, published up to the date of the Symposium. Most of the information deals primarily with gonadal stages, reproductive cycles, spawning, and larval development.

(\*) Departamento de Oceanología. Universidad de Chile. Valparaíso. Casilla 13-D. Viña del Mar. Chile.





## INTRODUCCION

Entre otros, los estudios sobre biología reproductiva de un recurso renovable como es *Concholepas concholepas* (loco), son fundamentales para regular su pesquería. En esta especie, dichos estudios se iniciaron en forma significativa sólo en 1972, con un trabajo de Guzmán *et al.*, sobre histología del aparato reproductor masculino. Desde ese año las contribuciones aumentaron en forma promisorias (Gallardo, 1973; Castilla, 1974; Avilés y Lozada, 1975; Ramorino, 1975; Castilla y Cancino, 1976; Lozada *et al.*, 1976).

La información sobre reproducción y desarrollo preferentemente analizada en este trabajo y publicada hasta 1977, dice relación con los estudios del aparato reproductor, ciclo reproductivo y desarrollo embrionario y larval.

Se espera que esta revisión, presentada al simposio sobre *Concholepas concholepas* organizado por el Depto. de Oceanología de la Universidad de Chile, Valparaíso, en diciembre de 1977, contribuya con uno de los objetivos de dicha reunión: "Reunir y analizar toda la información científica disponible para facilitar la aplicación de los conocimientos en el mejor manejo y regulación del recurso".

Algunos tópicos que contiene este trabajo, fueron complementados durante el simposio por valiosas contribuciones y la publicación de éstas, aumentará la información que a continuación se analiza.

### SEXUALIDAD

*Concholepas concholepas* es una especie dioica, carece de un evidente dimorfismo sexual externo y en ejemplares vivos, sin desconchar, el sexo puede determinarse según la técnica descrita por Castilla (1974) que permite visualizar la presencia o ausencia de pene. La proporción sexual se mantiene en general 1:1. Sin embargo Lozada *et al.* (1976), en un estudio efectuado en las zonas de Punta Saliente en Coquimbo, Caleta Leandro y Talcahuano en la bahía de Concepción, encontraron que los porcentajes de hembras presentaron variaciones signi-

ficativas: en mayo y junio de 1971 en Punta Saliente, en septiembre de 1972 en Talcahuano y en octubre de 1967 en Caleta Leandro. Además, observaron que la proporción se mantiene 1:1 solamente entre las tallas de 4.5 a 10.8 cm en Caleta Leandro, 6.3 a 11.7 cm en Punta Saliente y 5.4 a 9.9 cm en Talcahuano. Los mismos autores sugieren que la desproporción se debería a la escasa representatividad en los muestreos de las tallas superiores e inferiores a las señaladas.

### APARATO REPRODUCTOR

#### Morfología macroscópica:

El aparato reproductor de *C. concholepas* sigue el esquema general de *Ocenebra erinacea* y *Nucella lapillus* descritos en Fretter y Graham (1962). Las hembras poseen un ovario, un oviducto, la glándula de la albúmina, la glándula ingestiva cuyo conducto actúa como receptáculo seminal, la glándula de la cápsula y el poro genital; los machos presentan un testículo, un espermióduto cuya primera parte actuaría como vesícula seminal, una glándula prostática, el vaso deferente y el pene (Huaquín 1966). Cabe señalar, que al efectuar un corte transversal por el testículo, se observa en su límite con la glándula digestiva unos túbulos finos y enrollados de color blanco-café claro que originan el espermióduto; a estos túbulos Huaquín (*op. cit.*) los denominó conductos espermáticos, Guzmán *et al.* (1972), espermióduto prehiliar y Ramorino (1975), colectores seminíferos intratesticulares.

Como se explicará posteriormente, el aspecto macroscópico de algunos componentes del aparato reproductor cambia según el estado del ciclo reproductivo.

#### Morfología microscópica:

Guzmán *et al.* (1972) analizaron histológicamente el aparato reproductor masculino y Avilés y Lozada (1975) hicieron lo propio con el testículo y el ovario, caracterizando especialmente las diferentes células gametogénicas. Es necesario señalar que Huaquín (1966) describió 2 tipos de espermios, lo cual fue corroborado por Guzmán *et al.* (*op. cit.*); sin embargo, Avilés y Lozada (*op. cit.*)

sugieren que uno de los tipos de espermios descritos correspondería a espermios típicos adosados con sus cabezas a los amebocitos en lisis, lo cual les otorgaría una apariencia diferente, siendo probable que este motivo haya inducido a describirlos como un segundo tipo de espermios.

### PRIMERA MADUREZ GONADICA

Avilés y Lozada (1975) señalan que ejemplares de la zona de Coquimbo, hasta 5 cm de longitud, se encuentran inmaduros y el análisis macroscópico y microscópico de las gónadas no permite distinguir sexos ya que presentan solamente tejido conectivo indiferenciado. Entre 5 y 7 cm, las gónadas están en etapa de premadurez caracterizada por el inicio de la formación de folículos, en cuyo interior es posible diferenciar las gonias y citos I adosados a sus paredes. Las características estructurales de las células permite diferenciar sexos, lo cual no es posible macroscópicamente, ya que la gónada no se visualiza fácilmente o está representada por una delgada membrana blanca, amarilla o naranja pálido. Los mismos autores agregan que a una talla de 7 cm la gónada es visible, preferentemente de color amarillo en ambos sexos y están en madurez; los machos presentan espermátidas y las hembras, citos I y II con las primeras plaquetas vitelinas.

Lozada *et al.* (1976) observaron en ejemplares, también de la zona de Coquimbo, que la menor talla de machos con sus gónadas maduras fue de 6 cm y de 6.3 cm en las hembras.

Castilla y Cancino (1976) constataron posturas en el laboratorio en una hembra de 7.7 cm, proveniente de Valparaíso.

Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes publicados, podríamos decir que *C. concholepas* entre una talla de 6 y 7 cm estarían en condiciones de reproducirse, sin descartar la posibilidad que algunos ejemplares en una población, lo hagan a tallas menores.

### ESTADIOS GONADALES

Ramorino (1975) en un estudio sobre el ciclo reproductivo de *C. concholepas* en Valparaíso, caracterizó estadios de las gónadas en machos y hembras según los cambios de color y grosor que se suceden, estando el grosor, referido al conjunto que forma la gónada con la glándula digestiva (C.G.D.); estos estadios fueron confrontados con un análisis histológico. Los resultados de este trabajo nos permiten diferenciar 4 estadios, cuyas características se han resumido en la tabla 1.

Avilés y Lozada (1975) trabajando con ejemplares de Coquimbo describieron una escala de madurez sexual con 5 estadios, incluyendo ejem-

plares menores a 7 cm en sus 2 primeros estadios, denominados inmadurez y premadurez. Si consideramos solamente los estadios gonadales de ejemplares adultos de tallas iguales o superiores a 7 cm que ya han alcanzado la primera madurez, podríamos establecer que los estadios propuestos por estos últimos autores serían 3: en madurez, madurez máxima y regresión. Sus principales características se incluyen en la tabla 2.

Es difícil la homologación de los estadios propuestos por Ramorino (*op. cit.*) y por Avilés y Lozada (*op. cit.*) para ejemplares adultos, ya que aparte de la diferente cantidad de estadios (4 y 3), Ramorino considera la máxima madurez de la gónada hembra cuando ésta presenta óvulos completamente vitelizados, mientras que para Avilés y Lozada, ocurre cuando los óvulos se encuentran en proceso de vitelogénesis.

Es necesario señalar además, que Avilés y Lozada creen que el grosor de las gónadas no es un índice confiable en la determinación de algunos estadios, mientras que Ramorino, lo utiliza. Sin embargo, estimamos que el grosor de las gónadas puede ser un índice confiable en la determinación de estadios, principalmente en aquellos extremos que indican madurez e inmadurez, puesto que índices de espesor gonádicos han sido utilizados con éxito en muchos animales y en gastrópodos han probado su eficacia, entre otros, Feare (1970) en *Nucella lapillus* y Poore (1973) en *Haliotis*.

Si bien la total efectividad de la aplicación de una de las escalas de estadios gonadales hasta ahora elaboradas, o una nueva, debería ser probada en distintas poblaciones de diversas áreas, los estadios extremos de madurez e inmadurez pueden ser detectados en *C. concholepas* con gran porcentaje de certeza, utilizando la información disponible.

### ESTADIOS DE OTROS COMPONENTES DEL APARATO REPRODUCTOR

Ramorino (1975) observó cambios durante un año de muestreo en la glándula de la cápsula, glándula ingestiva y en los colectores seminíferos intratesticulares; estos últimos, si bien se encuentran en el testículo limitando con la glándula digestiva, no forman parte del tejido gonadal propiamente tal. Estos cambios, aun cuando son cualitativos y por lo tanto de cierta subjetividad, los consideramos como índices valiosos en la determinación del ciclo sexual por ser reflejo de la distinta intensidad funcional de la gónada.

El autor anteriormente señalado distinguió en la hembra 2 estadios en la glándula de la cápsula, según fuera o no fuera pegajosa al tacto; la primera condición sería un índice de una mayor actividad de sus células mucosas, indicadora de una mayor actividad debido a la postura de cápsulas. Lozada

TABLA 1

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LOS ESTADIOS DE MADUREZ SEXUAL  
DE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS* EN EJEMPLARES SOBRE 7 cm  
DE LONGITUD PROVENIENTES DE VALPARAISO, SEGUN RAMORINO (1975)  
C.G.D. = complejo gónada-glándula digestiva

♀	♂
<p><b>PREVITELOGENESIS</b> Gónada parda menor 2 mm; folículos con ovocitos adheridos y primeras plaquetas vitelinas; restos vitelo ciclo precedente. Glándula ingestiva café oscura; aspecto seco y sin espermios móviles.</p>	<p><b>RECUPERACION</b> Gónada naranja menor 20% C.G.D.; predominio espermatogonios; restos espermios ciclo precedente; colectores intratesticulares no lechosos.</p>
<p><b>VITELOGENESIS</b> Gónada amarilla grosor menor al 20% C.G.D.; ovocitos en crecimiento desprendiéndose paredes folículos; aumento vitelo. Glándula ingestiva incipiente, crema, sin contenido interior.</p>	<p><b>MADURACION</b> Gónada naranja grosor mayor 20% C.G.D.; folículos con lumen estrecho; predominio espermatocitos y espermios apreciables. Colectores intratesticulares regular lechosos.</p>
<p><b>MAXIMA MADUREZ</b> Gónada crema-amarilla grosor mayor 20% C.G.D. óvulos grandes llenos de vitelo ocupan todo el folículo. Glándula ingestiva crema-café claro y gran cantidad líquido con espermios móviles.</p>	<p><b>MAXIMA MADUREZ</b> Gónada amarillo ocre; gran cantidad espermios lumen de folículos. Colectores intratesticulares lechosos.</p>
<p><b>TERMINO POSTURA</b> Gónada naranja, delgada; folículos con óvulos citolizados y restos de vitelo; algunos ovocitos en paredes de folículos. Glándula ingestiva café con líquido espeso y pocos espermios móviles.</p>	<p><b>TERMINO EMISION GAMETOS</b> Gónada naranja grosor mayor 20% C.G.D.; folículos con lumen amplio y espermios nacen cerca paredes. Colectores intratesticulares regular lechosos.</p>

TABLA 2

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LOS ESTADIOS DE MADUREZ SEXUAL  
DE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS* EN EJEMPLARES SOBRE 7 cm  
DE LONGITUD PROVENIENTES DE COQUIMBO,  
SEGUN AVILES Y LOZADA (1975)

♀	♂
<p><b>EN MADUREZ</b> Gónada amarilla; ovocitos previtelogénicos, algunos con primeras plaquetas vitelinas.</p>	<p><b>EN MADUREZ</b> Gónada amarilla; folículos con lumen reducido; espermatogonios, citos I y citos II y espermátidas.</p>
<p><b>MADUREZ MAXIMA</b> Gónada naranja muy desarrollada; ovocitos en vitelogénesis, algunos nuevos ovocitos adheridos a las paredes.</p>	<p><b>MADUREZ MAXIMA</b> Gónada naranja muy desarrollada; células espermatogénicas desprendidas de pared folicular, predominio y abundancia de espermios.</p>
<p><b>REGRESION</b> Gónada disminuida, terracota; folículos reducidos, vacíos o semivacíos con restos de vitelo.</p>	<p><b>REGRESION</b> Gónada disminuida, terracota; folículos reducidos vacíos y otros con restos de espermios y espermátidas.</p>

et al. (1976), encontraron variaciones del peso seco de la glándula de la cápsula y estas variaciones coincidieron con las experimentadas por el peso seco de las gónadas, por lo tanto, sería otro índice de utilidad en la determinación de los distintos estadios de la actividad sexual.

La glándula ingestiva que posee la hembra, tiene por función ingerir los espermios no utilizados en la fertilización y los óvulos no fecundados que no son incluidos en las cápsulas; además, su conducto funciona como receptáculo seminal. Por lo tanto, la distinta actividad sexual en un ciclo sin duda se refleja en el aspecto macroscópico de dicha glándula. Ramorino (1975) distinguió 3 estadios en la glándula ingestiva: (1) incipiente, caracterizada por su pequeño tamaño, color crema y sin contenido aparente; (2) jugosa, caracterizada por un gran desarrollo, aspecto glomerular, color entre blanco y café claro; al ser pinchada fluye espontáneamente gran cantidad de líquido conteniendo espermios móviles y placas vitelinas; (3) seca, caracterizada por un color café oscuro, sin contenido aparente o bien, con un espeso líquido café oscuro generalmente sin espermios móviles, o en pequeña cantidad.

Los colectores intratesticulares del macho, por ser las primeras estructuras visibles macroscópicamente que reciben el contenido gonadal, también resultan un buen indicador de la distinta actividad testicular. Ramorino (*op. cit.*) distinguió 3 estadios para evaluar la actividad del testículo: (1) colectores intratesticulares lechosos, si el líquido fluye espontáneamente después del corte; (2) regularmente lechosos, si fluye por la acción de la presión y (3) no lechosos, si no fluye contenido.

## COPULA Y FERTILIZACION

Según estudios efectuados por Castilla (1974) analizando el proceso de cópula en el laboratorio, ésta se realiza preferentemente de noche y demora aproximadamente entre 2 y 5 minutos. La cópula puede repetirse varias veces en una misma pareja, e incluso después que la hembra haya depositado cápsulas con huevos.

Los huevos son fertilizados mientras descenden por el oviducto, se rodean del fluido albuminoso y posteriormente entran en la glándula de la cápsula donde son encapsulados.

Ramorino (1975) observó posturas de cápsulas en el laboratorio, con huevos recién fecundados, en una hembra que permaneció aislada en un acuario durante 4 meses. Este hecho indica que la hembra de *C. concholepas* puede guardar espermios viables en su receptáculo seminal durante un largo período después de la cópula; por lo tanto, existe la posibilidad que la cópula ocurra mucho antes que la fertilización e incluso, cuando la hembra no tenga su gónada totalmente madura.

## POSTURA

La hembra de *Concholepas concholepas* deposita una gran cantidad de huevos fertilizados y embecidos en albúmina en el interior de cápsulas, descritas primeramente por Gallardo (1973). Las cápsulas recién puestas son de paredes blandas que se endurecen en contacto con el agua de mar y algo transparentes. A medida que evoluciona el desarrollo de los embriones en el interior, van cambiando su color blanco cremoso primitivo a un color gris oscuro al eclosionar, para dejar en libertad a las larvas planctónicas.

Observaciones sobre posturas en el laboratorio han sido hechas por Ramorino (1975) y especialmente por Castilla y Cancino (1976), quienes describen en detalle dicha conducta y de cuya publicación proviene la mayor parte de la información que resumimos.

Esta especie deposita sus cápsulas preferentemente en las paredes verticales de los acuarios, cerca de las esquinas y donde la velocidad de circulación de agua es mayor. Cada hembra, previa limpieza y preparación general del sustrato antes de iniciar la postura, demora entre 50 y 60 minutos en depositar una cápsula y la actividad se inicia de noche. La hembra puede efectuar la postura en forma casi continuada durante varios días (11), empleando el 86% de su tiempo en esta actividad para depositar una significativa cantidad de cápsulas (229) en un solo manojito. Las posturas son a veces interrumpidas por algunas horas, días y hasta por más de un mes, después de la cual, la hembra vuelve a colocar cápsulas, normalmente al mismo lugar; este comportamiento repetido por varias hembras que eligen lugares comunes de posturas, explicaría la acumulación de individuos en la naturaleza, llamado "maicillo".

En el maicillo, a pesar que los manojos de cápsulas son colocados uno al lado del otro por distintas hembras, o por un mismo ejemplar que ha vuelto a poner en el mismo lugar después de una mayor o menor interrupción, es posible distinguir una postura continuada de un ejemplar por la inclinación uniforme de sus cápsulas en el manojito.

Sería imposible identificar las cápsulas que corresponden a un individuo por el estado de desarrollo de los embriones, o como consecuencia de esto, el color de las cápsulas, debido al largo tiempo que demora la postura. Debe considerarse que la hembra deposita las cápsulas inmediatamente después que los huevos han sido fertilizados. Por estos motivos, es frecuente observar en un manojito de cápsulas depositadas por la misma hembra, una variación de color desde crema hasta tonos de gris, consecuencia del distinto estado de avance del desarrollo de los embriones y/o larvas, pero todas presentan el mismo grado de inclinación.

Ramorino (1975), en las cápsulas analizadas encontró un amplio rango en la longitud de las cápsulas puestas por una misma hembra (17 a 22 mm en una misma postura y 16 a 22 mm en posturas separadas), y no encontró tendencia a una relación directa entre el tamaño de los ejemplares y la longitud de las cápsulas; sin embargo, Castilla y Cancino (1976) encontraron una relación lineal y directa entre la longitud máxima del animal y el promedio de las longitudes de las cápsulas que deposita.

Los autores anteriormente señalados y Gallardo (1973), concuerdan que el número de huevos que encierra cada cápsula es directamente proporcional a su longitud, citándose una cantidad de huevos entre 668 para una cápsula de 9.7 mm y 14.250 para una de 30 mm, valores que indican una elevada fecundidad si se considera, además, la gran cantidad de cápsulas que cada hembra puede poner en un ciclo reproductivo: Castilla y Cancino (1976) controlaron en el laboratorio un total de 570 cápsulas depositadas por una hembra entre abril y julio.

#### CICLO REPRODUCTIVO

*Concholepas concholepas* presenta un ciclo reproductivo anual con etapas gonadales claras, progresivas, sin una etapa de verdadero reposo y de rápida recuperación; el período de máxima madurez es extenso al igual que el de postura. En el período de menor reproducción, aproximadamente entre el 10 al 30% de la población se encuentra en condiciones de hacerlo, razón por la cual es posible encontrar cápsulas prácticamente durante todo el año, lógicamente que en cantidades diferentes.

Hasta el momento, existe información sobre el ciclo reproductivo en tres zonas de la costa de Chile: Coquimbo, Valparaíso y Concepción.

Avilés y Lozada (1975), al analizar el ciclo anual para ejemplares de la zona de Coquimbo, encontraron que las hembras en madurez máxima se encuentran en mayor porcentaje entre agosto y octubre (Fig. 1). En cambio, los machos presentan sus gónadas maduras en un alto porcentaje de individuos prácticamente durante todo el año, excepto en enero; agregan además, que el mayor vaciamiento gonadal ocurre entre octubre y diciembre.

Lozada *et al.* (1976), también trabajando con ejemplares de la zona de Coquimbo, afirman que el período de postura abarca la mayor parte del año y encontraron cápsulas en los meses de diciembre, abril, agosto, noviembre y diciembre (Fig. 4); sin embargo, analizando las variaciones mensuales del peso seco de la gónada en hembras constataron que éste aumenta en los meses de verano. Efectivamente, en las curvas presentadas por Lozada *et al.* (1976, p. 19), correspondientes a ejemplares

de tres grupos de tallas (8.1 a 9.9 cm) se observa que los mayores pesos secos de las gónadas se distribuyen entre enero y junio. Si asumimos una relación directa entre el peso de la gónada y el ciclo de madurez, deberíamos concluir que en Coquimbo las máximas frecuencias de gónadas maduras deberían ocurrir entre enero y junio, mientras que las posturas masivas deberían iniciarse en marzo, mes en el cual empieza a disminuir el peso gonádico. Esta conclusión no concuerda con las de Avilés y Lozada (1975) que citan la máxima madurez entre agosto y octubre.

Creemos que la dificultad radica en la escala de madurez utilizada por los autores recientemente mencionados, como fue señalado en el capítulo sobre estadios gonadales; al considerar la gónada en madurez máxima como aquella que aun se encuentra en proceso de vitelogénesis, podría explicar en parte esta diferencia. Además, efectuaron un muestreo selectivo para cubrir todas las tallas y determinar la talla de la primera madurez, con lo cual la representatividad de los ejemplares adultos puede que no haya sido suficiente.

Del análisis de los datos dados por Ramorino (1975) se desprende que para el área de Valparaíso, la máxima madurez en más del 50% de la población ocurre en las hembras entre los meses de diciembre y julio, con su máximo en febrero y marzo (Fig. 2); en los machos ocurre entre diciembre y mayo, con su máximo en enero y febrero. Ejemplares maduros existen durante todo el año, siendo el mínimo de aproximadamente un 10% en el mes de octubre. Durante la máxima madurez, el ovario ocupa más del 20% del complejo gónada-glándula digestiva y posee un color crema-amarillo; la glándula de la cápsula se torna pegajosa al tacto y la glándula ingestiva presenta un gran desarrollo, aspecto externo glomerular, color crema-café claro y con un contenido líquido con muchos espermios móviles y restos de vitelo. En los machos, la gónada es de color amarillo-ocre con sus conductos intratesticulares muy lechosos.

Tanto la cópula como la postura pueden ocurrir durante todo el año pero con distinta intensidad. El período de cópula más intensivo ocurriría en Valparaíso entre enero y mayo-junio y las mayores posturas entre marzo y julio; debemos recordar que no siempre el período de cópula coincidiría con el de postura ya que, al tener la hembra capacidad para mantener espermios viables durante un largo período, la cópula puede empezar antes. El hecho de un largo período de postura queda confirmado por las experiencias de laboratorio efectuadas por Castilla y Cancino (1976), quienes obtuvieron posturas entre abril y noviembre (Fig. 4).

Al término de la postura, el ovario y el testículo adquieren un color naranja y la glándula ingestiva de la hembra se torna de un color café oscuro por



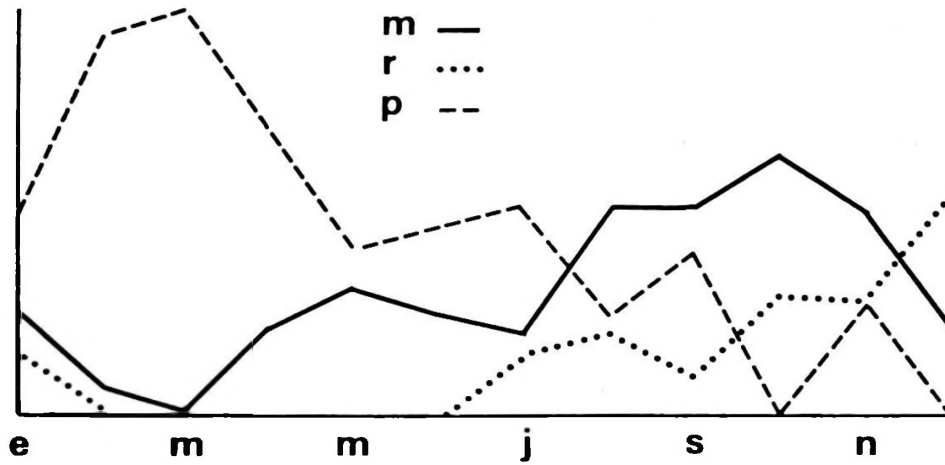


Fig. 1 Esquema del ciclo reproductivo anual en hembras de *Concholepas concholepas* de Coquimbo, adaptado según datos de Avilés y Lozada (1975). m = madurez máxima; r = regresión; p = en madurez.

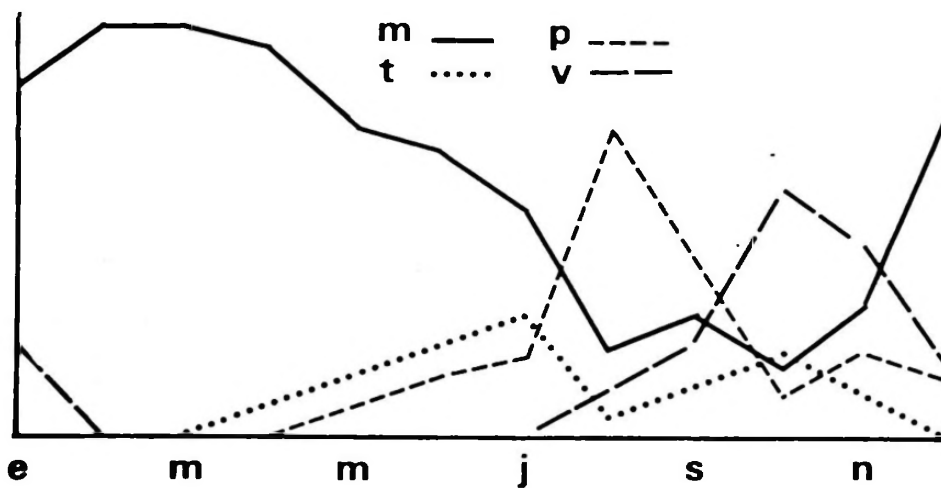


Fig. 2 Esquema del ciclo reproductivo anual en hembras de *Concholepas concholepas* de Valparaíso, adaptado según datos de Ramorino (1975). m = madurez; t = término de postura; p = previtelogénesis; v = vitelogénesis.

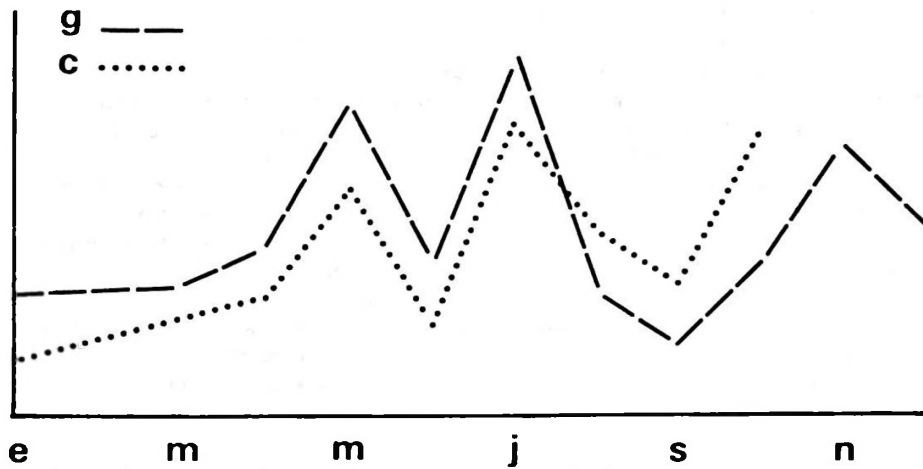


Fig. 3 Esquema sobre la variación anual de los pesos secos de la gónada (g) y de la glándula de la cápsula (c) en hembras de *Concholepas concholepas* de Concepción, adaptado según datos de Lozada *et al.* (1976).

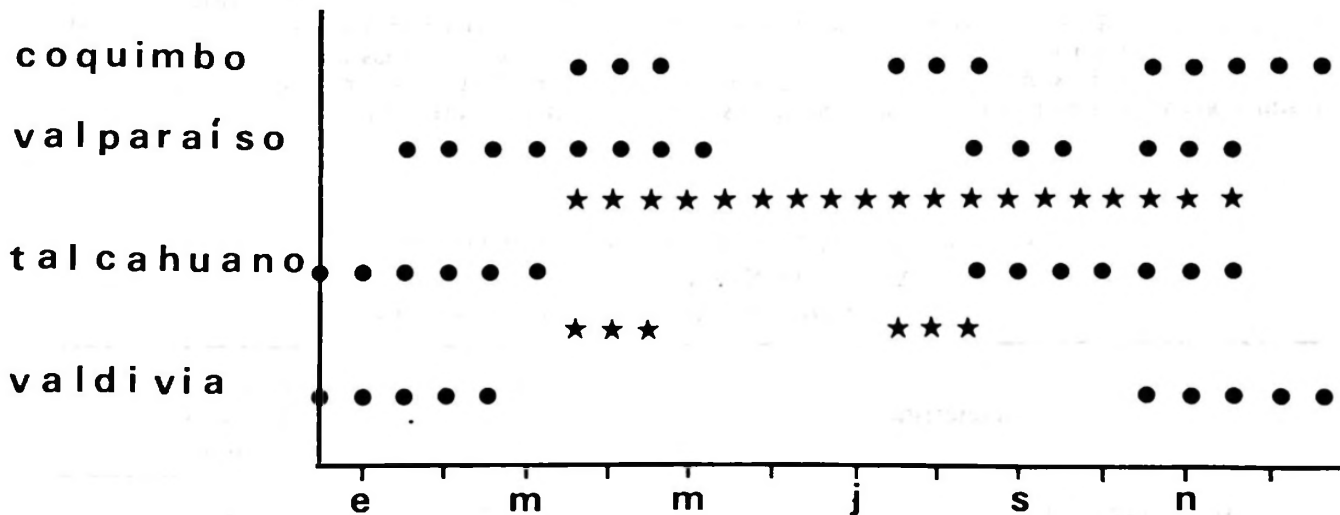


Fig. 4 Esquema sobre observaciones de posturas en la naturaleza (círculos) y en el laboratorio (estrellas) en 4 localidades de la costa de Chile, según Gallardo (1973), Ramorino (1975), Castilla y Cancino (1976) y Lozada *et al.* (1976).

la ingestión de óvulos y espermios no utilizados. Poco después, en una etapa denominada de previtelogénesis, el ovario adquiere un color pardo y su grosor no pasa los 2 mm; la glándula ingestiva prácticamente se seca y la glándula de la cápsula es firme, no pegajosa al tacto. El testículo continúa de color naranja pero ha disminuido su grosor,

ocupando menos del 20% del complejo gónada-glándula digestiva; los colectores intratesticulares están muy reducidos y sin aspecto lechoso. Tanto la etapa de término de postura como la de previtelogénesis son muy cortas, julio-agosto, y no deben ser consideradas de reposo, puesto que se observa actividad folicular preparatoria para la siguiente

madurez. Entre septiembre y noviembre se produce una rápida recuperación de las gónadas, caracterizada por una vigorosa vitelogénesis del ovario que vuelve a adquirir un color amarillo, y el aumento de espermatozoides y aparición de los primeros espermios en el testículo, que empieza a aumentar su grosor. La glándula ingestiva en la hembra es muy incipiente, sin contenido interior lo que indica carencia de cópula reciente y los colectores intratesticulares del macho empiezan a almacenar espermios, con lo cual se tornan regularmente lechosos.

Para la zona de Concepción, solamente existen algunos datos publicados por Lozada *et al.* (1976) sobre las variaciones de los pesos secos de la gónada y de la glándula de la cápsula (Fig. 3). El peso de la gónada hembra muestra los mayores valores entre abril-agosto y entre octubre-diciembre; según estos autores, las variaciones del peso seco de la glándula de la cápsula son similares a los de la gónada, sugiriendo una estrecha relación con el desove. Lozada *et al.* (*op. cit.*) encontraron cápsulas en los meses de enero, febrero, marzo, septiembre, octubre y noviembre (Fig. 4).

De lo expuesto para la zona de Concepción, se podría deducir que también es posible encontrar cápsulas, prácticamente durante todo el año y que la máxima época de reproducción debería ser en los meses de otoño y primavera. Vale la pena señalar que Ramorino (1975) menciona que en la zona de Valparaíso se produjo además de la gran postura anual, una pequeña postura en los meses

de septiembre-octubre. Tratando de limitar las épocas de postura para Concepción, podríamos pensar que también en esta zona estamos en presencia de 2 épocas de postura, una que podría ser la mayor en los meses de otoño e invierno y una menor en primavera.

Referente a otras zonas de Chile, existen los datos de Gallardo (1973) para la costa de Valdivia. Este autor colectó cápsulas entre noviembre y febrero (Fig. 4).

En relación a la influencia de algunas condiciones físicas del mar sobre el ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas*, Ramorino señala que en la zona de Valparaíso, la recuperación de las gónadas coincidiría con el aumento de la temperatura superficial del mar a partir de septiembre, la máxima temperatura con la máxima madurez y el inicio de las mayores posturas con el comienzo del descenso de la temperatura a partir de marzo.

#### DESARROLLO EMBRIONARIO Y LARVAL

Gallardo (1973) efectuó una completa descripción del desarrollo intracapsular de embriones y larvas trabajando en el laboratorio con cápsulas provenientes de la naturaleza y a una temperatura que osciló entre 15.5° y 22°C. Posteriormente Ramorino (1975) y Castilla (1976) controlaron el desarrollo en experiencias con temperaturas constantes entre 11° y 15°C., muy similares a las existentes en el ambiente natural.

TABLA 3

#### CARACTERISTICAS SOBRESALIENTES Y TIEMPO (DIAS) DEL DESARROLLO INTRACAPSULAR DE EMBRIONES Y LARVAS DE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*

Características	Gallardo 1973 15.5 – 22° C. Valdivia	Ramorino 1975 12 – 14° C. Valparaíso
Huevo (147 – 170 μ)	1	1
Blastómeros A + B; C + D	1	1
Blastómeros A + B; C y D	1	2
Blástula	4	6
Gástrula (blastoporo)	7	10
Riñones larvales	9	12
Primeros cilios	9	17
Estomodeo, protoconcha, esbozo de pie (220 μ)	15	25
Opérculo, velo	19	30
Velo bilobulado bien formado	22	40
Eclosión cápsula. Veliger planctónica (255 μ)	36 - 37	60 - 84

Los huevos de *Concholepas concholepas* se desarrollan en el interior de la cápsula hasta alcanzar el estado de larva veliger, después de lo cual eclosiona dejándolas en libertad para que inicien una vida planctónica. La veliger termina su vida planctónica en el momento que la metamorfosis le permite ingresar al bentos. Los 3 autores señalados con anterioridad concuerdan en que todos los huevos que la hembra deposita en cada cápsula, alcanzan el estado de veliger, no existiendo el canibalismo intracapsular como ocurre en algunas otras especies.

En la tabla 3, se citan los tiempos que demoran en formarse las estructuras más características que aparecen desde la fertilización del huevo (147-170 micrones) hasta la larva veliger (250-260 micrones) en el momento de la eclosión de la cápsula. La

gran diferencia entre los tiempos citados se debe a las diferentes temperaturas del agua de mar utilizada por los autores.

En la tabla 4, se exponen los tiempos mínimos y máximos que demora el desarrollo intracapsular hasta la eclosión, en distintos manojos de cápsulas puestos por varias hembras en el laboratorio y en la naturaleza. De dicha tabla, solamente es posible comparar los datos aportados por Ramorino (1975) y por Castilla y Cancino (1976) debido a la mayor similitud en las temperaturas en las cuales se efectuaron las experiencias, ya que éste es un factor fundamental en la velocidad del desarrollo.

Castilla y Cancino (*op. cit.*) establecieron un período de desarrollo intracapsular entre 69 y 128 días considerando el total de las posturas controladas. En manojos de cápsulas puestas por sendas

TABLA 4

TIEMPO DE DESARROLLO INTRACAPSULAR DE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*  
EN CAPSULAS PROVENIENTES DE POSTURAS EN EL MEDIO NATURAL (°)  
Y EN EL LABORATORIO (°°)

Autor	Animal N°	Fecha postura	Total cápsulas	Eclosión 1a. cáps. días	Eclosión última cáps. días	Temperatura ° C
Gallardo 1973 Valdivia	(°)	Feb-marzo-70		<del>63</del> 36	37	15.5 - 22
Ramorino 1975 Valparaíso	(°)					± 1
	1	10-marzo-70		63	65	14
	2	22-abril-70		61	84	13
	3	12-mayo-70		66	72	13
	4	20-sept.-70		63	77	13
	5	7-nov.-70		61	68	14
	(°°)					
	6	17-mayo-70		62	68	13
	7	26-mayo-70		60	68	13
	8	20-junio-70		64	71	12
	9	24-junio-70		68	80	12
	10	30-junio-70		60	69	12
Castilla y Cancino 1976	(°°)					
Valpo. - Stgo.	22	26-Oct.-74	23	88	120	13.5 - 14.5
	22	28-oct.-74	47	80	113	
	23	29-nov.-74	14	78	94	
	23	2-dic.-74	50	69	95	
	24	28-nov.-74	62	80	128	

hembras, el tiempo transcurrido entre la eclosión de la primera y la última cápsula de cada manojito varió entre 16 días como mínimo y 48 como máximo. Este último dato implica una gran variación en el tiempo de desarrollo, aun considerando que entre la primera y última cápsula del manojito (62 cápsulas) los huevos hubieran sido fertilizados con tres días de diferencia (postura de 1 cápsula por hora).

Ramorino (1975), controló un período intracapsular bastante menor, entre 60 y 80 días en cápsulas puestas en el laboratorio y entre 61 y 84 días en cápsulas puestas en la naturaleza. La variación máxima entre la eclosión de la primera y la última cápsula de un manojito puesto por una misma hembra fue de 23 días y la mínima, 6 días.

Castilla y Cancino (1976) suponen que la variación en el tiempo de desarrollo intracapsular se debería a la interferencia mecánica de los ejemplares sobre las cápsulas, al burbujeo del aire o al movimiento del agua en los acuarios. No concordan con los dos primeros motivos probables ya que en nuestras experiencias, a pesar que la variación fue menor (6 a 23 días), las cápsulas no fueron afectadas por dichos factores.

La diferencia en los períodos de desarrollo in-

tracapsular entre los autores anteriormente señalados parece ser demasiado grande, considerando las similitudes en las temperaturas utilizadas, por lo que sería recomendable nuevas experiencias al respecto.

Después que la larva veliger de *Concholepas concholepas* abandona la cápsula, permanece en el plancton un tiempo aun no determinado. Solamente existe el dato de Ramorino (1975) sobre cultivo de larvas planctónicas en el laboratorio, quien logró mantenerlas por un período de 35 días sin que alcanzara el término de la metamorfosis y con un crecimiento muy lento: desde 255 micrones al salir de la cápsula hasta 290 micrones al término de la experiencia.

Los antecedentes disponibles hasta el momento, nos indican que estamos en presencia de una especie con un desarrollo muy lento desde la postura de los huevos encapsulados hasta que inicia la vida bentónica, después de la metamorfosis: un promedio de 3 meses de desarrollo intracapsular más 2 meses mínimo en estado de larva con vida planctónica. Este hecho debería ser utilizado para pensar con cautela en una posible acuicultura de este recurso pesquero.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AVILES, S.; E. LOZADA. 1975. Estudio histológico del ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* (Bruguière 1789) en Punta Saliente, Coquimbo, Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 64 : 207 - 218.
- CASTILLA, J.C. 1974. Notes on mating behaviour of *Concholepas concholepas* (Mollusca, Gastropoda, Muricidae) from Chile. The Veliger 16 (3) : 291 - 292.
- CASTILLA, J.C.; J. CANCINO. 1976. Spawning behaviour and egg capsules of *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). Marine Biology 37 : 255 - 263.
- FEARE, C.J. 1970. The reproductive cycle of the dog whelk (*Nucella lapillus*). Proceedings of the Malacological Society of London 39 (2/3): 125 - 137.
- FRETTER, V. and A. GRAHAM. 1962. British Prosobranchs Molluscs. Ray Society, London, 755p.
- GALLARDO, C. 1973. Desarrollo intracapsular de *Concholepas concholepas* (Bruguière) (Gastropoda Muricidae). Publicación Ocasional Museo Nacional de Historia Natural, Santiago de Chile 16 : 3 - 16.
- GUZMAN, E.; M. AMIN; M. DELPIN. 1972. Análisis histológico del sistema reproductor masculino de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 45 : 117 - 127.
- HUAQUIN, L. 1966. Anatomía de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789). (Gastropoda: Muricidae). Tesis de grado, Escuela de Pedagogía de la Universidad Católica de Chile, Santiago, 53 p.
- LOZADA, E.; M.T. LÓPEZ; R. DESQUEYROUX. 1976. Aspectos ecológicos de poblaciones chilenas de Loco, *Concholepas concholepas* (Bruguière 1789) (Mollusca, Gastropoda, Muricidae). Biología Pesquera. Chile 8: 5 - 29.
- POORE, G. 1973. Ecology of New Zealand abalones, *Haliotis* species (Mollusca: Gastropoda). 4. Reproducción. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 7 (1 - 2): 67 - 84.
- RAMORINO, L. 1975. Ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* en la zona de Valparaíso. Revista de Biología Marina 15 (2): 149 - 177.

**ANALISIS HISTOLOGICO DEL OVARIO DE  
CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS (BRUGUIERE 1789)  
(GASTROPODA : MURICIDAE) \***

Laura G. Huaquín Mora \*\*

RESUMEN

Se presenta un análisis del ovario de *Concholepas concholepas*, con especial énfasis en algunos componentes citoplasmáticos de los ovocitos en desarrollo.

El ovario está recubierto por un manto formado por un epitelio prismático simple. Bajo este epitelio hay una capa de tejido conjuntivo que origina trabéculas, las cuales segmentan al ovario en lóbulos con forma de columnas. En estas trabéculas el epitelio muestra ovogonias que evolucionan a ovocitos. Estos últimos se presentan en distintos estados de desarrollo de acuerdo a las etapas de maduración gonádica.

Los ovocitos previtelogénicos, se caracterizan por un núcleo grande y citoplasma basófilo con áreas vacuolizadas; están, además, conectados por un pedúnculo a las trabéculas del ovario.

Durante la vitelogenesis predominan los ovocitos caracterizados por un citoplasma granular, con material basófilo polarizado y por la formación de plaquetas de vitelo. Los ovocitos pueden estar libres o adheridos por pedúnculos.

Los ovocitos maduros están usualmente libres en los lóbulos y su citoplasma contiene gran cantidad de plaquetas vitelinas de diferentes tamaños, de forma ovoide y homogéneas en su contenido, aunque a veces se presentan bipartidas.

Se discute la significación citológica del material que forma los péndulos de los ovocitos previtelogénicos y las etapas en la formación de las plaquetas vitelinas.

**HISTOLOGICAL ANALYSIS OF THE OVARY IN  
CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS (BRUGUIERE 1789)  
(GASTROPODA: MURICIDAE)**

ABSTRACT

A histological analysis of the ovary of *Concholepas concholepas* is made, with special reference to some cytoplasmic components of the developing oocytes.

The ovary is lined by a mantle, made up by a simple prismatic epithelium. Underneath the epithelium there is a connective tissue layer which originates trabeculae that segment the ovary into lobules, with columnar shape. In these trabeculae, the germinal epithelium shows oogonia, that will evolve into oocytes. The latter can be seen in different steps of development according to the stage of gonadic maturity.

The previtelogenic oocytes, predominating in the gonad before yolk formation, are characterized by a large nucleus and a basophilic cytoplasm with vacuolated areas. They are connected by a pedicle to the ovarian trabeculae.

During vitelogenesis the predominating oocytes are characterized by a granular cytoplasm with a polarized basophilic material and by the formation of yolk platelets. The oocytes can be either free or attached to the pedicles.

The mature oocytes are usually free in the lobules and their cytoplasm contains large amounts of yolk platelets of different sizes, ovoid in shape, and homogeneous in their content, though sometimes they may be bipartite.

The cytological significance of the material that forms the pedicle of the previtelogenic oocytes and the different steps of platelets formation in the oocytes during vitelogenesis, are discussed.

(\*) Proyecto N° 1512/74 y 3069/75 Servicio de Desarrollo Científico y Creación Artística. Universidad de Chile.

(\*\*) Lab. de Biología. Depto. de Silvicultura. Fac. de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Casilla 9206. Santiago.





## INTRODUCCION

A través de las descripciones de Haller (1888), Maldonado (1965) y Huaquín (1966), se conoce la morfología de *Concholepas concholepas* en líneas generales; pero existe relativamente poca información referida a la estructura histológica de los diferentes órganos de esta especie. Se han realizado estudios histológicos del corazón (Krauskopf, 1965; Flores *et al.*, 1967); de la sangre (Flores y Ward, 1966; P. Ward, 1966; Ward y Concha, 1967) del músculo del pie (Maldonado, 1966); del aparato reproductor masculino (Guzmán *et al.*, 1972) y de gónadas (Avilés y Lozada, 1975; Ramorino, 1975). Estos dos últimos trabajos fueron hechos con el objetivo específico de determinar el ciclo

reproductivo de la especie.

En *Concholepas concholepas*, salvo las observaciones de Avilés y Lozada (1975), no se han realizado estudios sobre la diferenciación de los ovocitos, aunque son numerosos los trabajos efectuados en este aspecto en otros moluscos (Anderson 1965, 1969; Bretschneider y Raven, 1951; Taylor y Anderson, 1969).

Este trabajo pretende una mayor descripción de la histología del ovario de *Concholepas concholepas* y analizar algunos constituyentes citoplasmáticos de los ovocitos en desarrollo, por medio de cortes histológicos, correspondiendo a una etapa previa al estudio ultraestructural.

## MATERIALES Y METODOS

Se colectaron por buceo alrededor de 100 ejemplares de *Concholepas concholepas* en la localidad de Montemar -Valparaíso-, entre junio de 1973 y diciembre de 1975, obteniéndose muestras en las diferentes estaciones del año. Los ejemplares traídos a Santiago se mantenían por algunos días antes de su procesamiento en el acuario con agua circulante del Laboratorio de Zoología del Instituto de Ciencias Biológicas de la Universidad Católica. Se hizo disecciones de ovario en animales adultos, sexados según la técnica descrita por Castilla (1974).

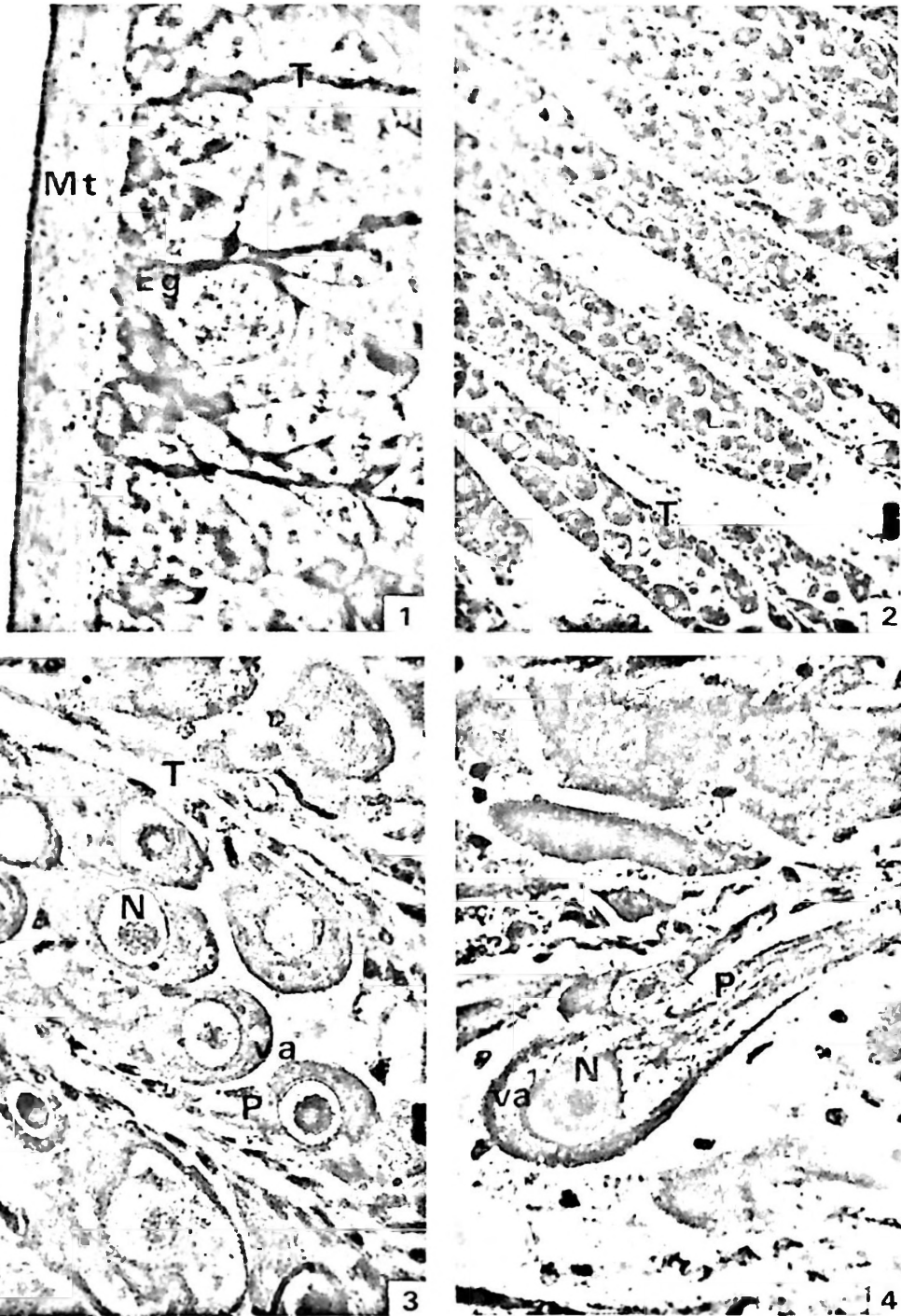
Se fijaron los ovarios en Bouin adicionado con cloruro de sodio al 30/o (Hutchings, 1973); formalina al 90/o; Carnoy; glutaraldehído al 30/o en agua de mar filtrada por Millipore (Summers, 1972) y Kamowsky, estos dos últimos, con postfijación en tetróxido de osmio. Las piezas se incluyeron en parafina y en Epon, haciéndose cortes de 7 y de 1 micrón, respectivamente. Se realizaron tinciones con métodos corrientes y con técnicas específicas para glicoproteínas (ácido peryódico-Schiff), para tejido conjuntivo (Azán), plaquetas vitelinas (OsO<sub>4</sub>) y para los cortes semifinos de un micrón se tiñó con azul de toluidina - borax al 10/o.

## RESULTADOS

El ovario está cubierto externamente por el manto (Lám. 1, Fig. 1) que corresponde en esa región a un tejido traslúcido de un espesor de más o menos 0,2 mm. El manto está formado por un epitelio prismático simple en el cual hay intercaladas células glandulares; cuando hay distensión del manto este epitelio puede verse cúbico. Por debajo del epitelio existe una capa de tejido conjuntivo denso con fibras musculares. A medida que se aleja este tejido del epitelio, se observa más laxo y desde aquí se desprenden perpendicularmente trabéculas (figs. 1, 2 y 3) que segmentan el interior del ovario originando lobulillos, los que le dan un aspecto co-

lumnar. Las trabéculas están formadas por una fina capa de tejido conjuntivo y por el epitelio germinativo; en algunos sectores se aprecian vasos sanguíneos y células adiposas. En el epitelio germinativo se ubican las ovogonias que darán origen a los ovocitos los que pueden visualizarse hacia el interior de los lobulillos en distintas etapas, según el estado de maduración de la gónada.

Para analizar el aspecto de los ovocitos que predominan en el ovario previtelogénico, en vitelogénesis y maduro, se consideró la clasificación propuesta por Ramorino (1975).



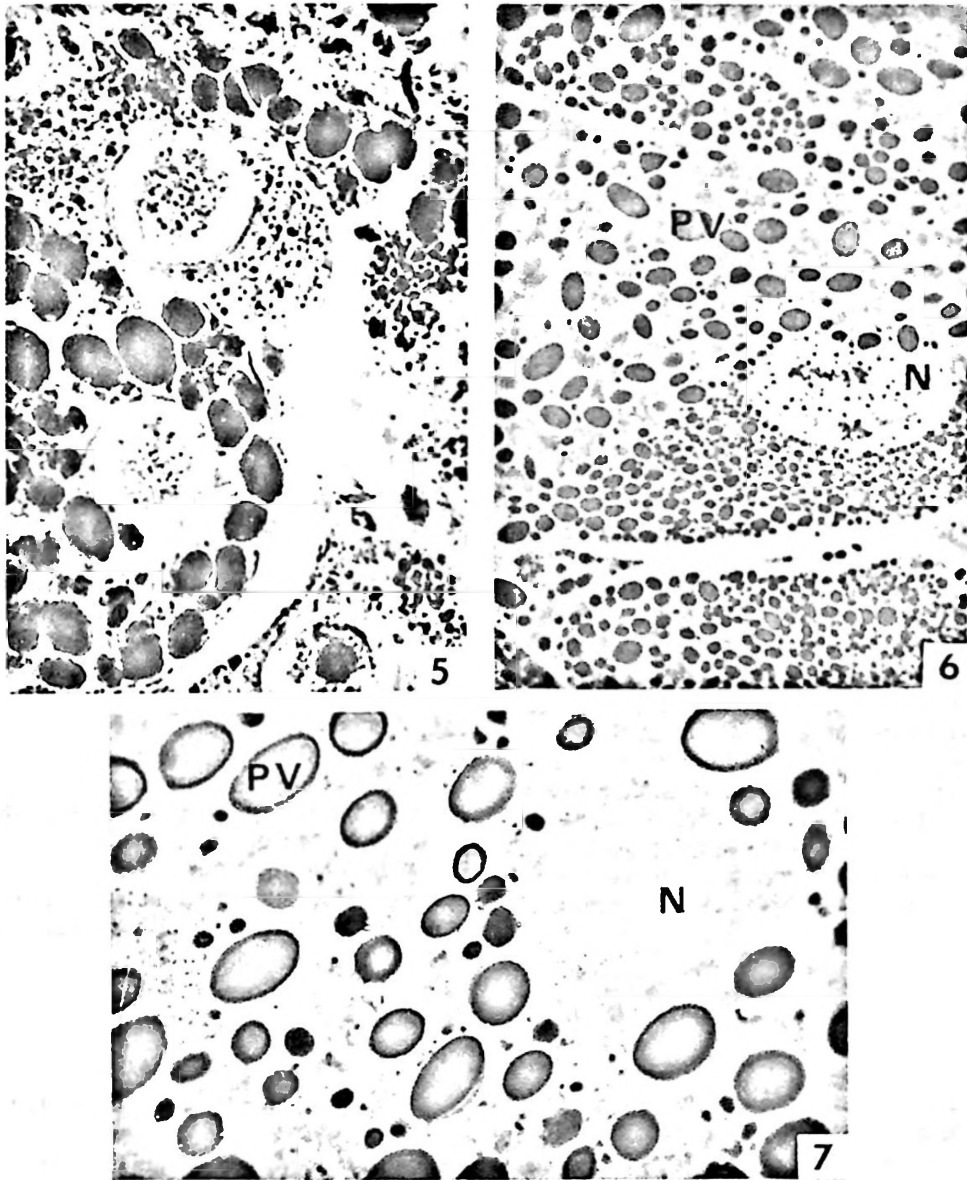
Cortes histológicos de ovarios de *Concholepas concholepas*. Hematoxilina - Eosina.

Fig. 1 Corte longitudinal de ovario maduro para mostrar la relación del manto y las trabéculas. Eg = epitelio germinativo; Mt = manto; T = trabécula. x 100.

Fig. 2 Corte longitudinal de ovario previtelogénico. T = trabécula. x 100.

Fig. 3 Ovario previtelogénico. N = núcleo; P = pedúnculo; T = trabécula; va = áreas de vacuolización. x 450.

Fig. 4 Ovocito previtelogénico. N = Núcleo; P = pedúnculo. x 1000.



Cortes histológicos de ovarios de *Concholepas concholepas*

Fig. 5 Ovario en vitelogénesis, pueden verse las granulaciones PAS +. PAS, x 450.

Fig. 6 Ovocito maduro, se observan las plaquetas vitelinas y los gránulos densos adyacentes al núcleo. Azul de Toluidina-borax. x 450.

Fig. 7 Ovocito maduro, se observa el núcleo (N), las plaquetas vitelinas (PV) y los gránulos meta-cromáticos con mayor aumento. x 1000.

#### *Ovario Previtelogénico*

Se observan los lobulillos limitados por las trabéculas originadas del manto. (figs. 2, 3). La pared de las trabéculas está formada por células alargadas (7 a 12 micrones), con núcleo alargado, basófilo y escaso citoplasma. Se ve un segundo tipo celular con núcleo más pálido, más esférico y la cromatina condensada en gránulos. Estas células corres-

ponden a las ovogonias descritas por Avilés y Lozada (1975). Además, su ubicación, aspecto y relaciones intercelulares coinciden con las descritas por J. Ward (1966) para *Fissurella barbadensis*, por Anderson (1969) en Polyplacophora y por Young y DeMartini (1970) para *Haliotis refuscens*.

Además de las células anteriormente citadas, se observan las células predominantes en esta etapa

del ovario: los ovocitos previtelogénicos (figs. 3 y 4), cuyos tamaños fluctúan entre 10 y 70 micrones, presentan un citoplasma basófilo, el núcleo es esférico u ovalado ocupando gran parte de la célula con un nucléolo central notorio. La cromatina nuclear de aspecto granular, se encuentra concentrada alrededor del nucléolo. En cortes longitudinales se pueden ver los ovocitos conectados al epitelio germinativo por medio de un pedúnculo (Fig. 4) que en este estado es muy característico, lo que les confiere un aspecto piriforme. Al microscopio óptico es posible observar que el material citoplasmático en la zona del pedúnculo está dispuesto en el sentido del eje mayor en forma de filamentos. Al teñir estos ovocitos con método de ácido peryódico-Schiff, se revela un material PAS positivo en la base del pedúnculo. También es posible observar que en partes del citoplasma y con mayor frecuencia en las áreas que enfrentan la luz del túbulo, existen zonas de vacuolización.

#### Ovario en Vitelogénesis

Los ovocitos predominantes de esta etapa (Fig. 5) aumentan de tamaño. Se desprenden de las trabéculas para llegar a ser ovocitos libres, aunque muchos todavía presentan pedúnculo. Sus formas también cambian, dejando de ser piriformes, transformándose en células ovoides; este aspecto está en relación con la pérdida del pedúnculo. Se caracterizan por presentar en su citoplasma gránulos PAS positivos e inclusiones. El núcleo es esférico con un nucléolo eosinófilo. Existen también en

menor proporción los mismos tipos celulares observados en el estado de previtelogénesis.

#### Ovario Maduro

Es difícil la buena preservación de este material con los fijadores corrientes. Es por esto que se ha empleado la técnica de fijación de Summers (1972) y la inclusión en plástico aplicadas para la observación al microscopio óptico.

Los ovocitos maduros (figs. 6 y 7) de aproximadamente 170 micrones, se encuentran libres en el interior de los lobulillos. Presentan un núcleo esférico, con la cromatina dispersa homogéneamente, a diferencia de lo observado en los ovocitos previtelogénicos. Contienen en su citoplasma gran cantidad de plaquetas vitelinas eosinófilas de contenido homogéneo, observadas en preparaciones con tinción corriente. En los preparados de un micrón teñidos con azul de toluidina es posible observar las plaquetas con más detalles. Sus diámetros varían entre 5 y 15 micrones, de forma ovoídea, con una disposición anillada en la periferia, sugiriendo que el material está dispuesto en forma concéntrica. Además se presenta, aunque con poca frecuencia, un tipo de plaqueta vitelina bipartida. Estas son semejantes a las esferas de vitelo bipartido descritos por Dumont (1969) y a los cuerpos de vitelo bipartido descritos por Taylor y Anderson (1969). También es posible observar en estos preparados gránulos densos, metacromáticos, más pequeños que las plaquetas vitelinas, dispersos en el citoplasma; pero su máxima concentración puede verse en un sector polarizado adyacente al núcleo.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Es necesario destacar que los ovocitos previtelogénicos de la mayoría de los moluscos se encuentran adheridos al epitelio germinativo del ovario por medio de un pedúnculo, confiriéndoles a esas células un aspecto piriforme. Esto se evidencia, por lo menos, en tres clases de Mollusca. Por ejemplo, en Polyplacophora, Selwood (1968) los ha descrito en *Syphaerochiton septentriones* y Anderson (1965), en *Mopalia mucosa* y *Chaetopleura apiculata*. En Bivalvia, Beams y Sekhon (1966) han estudiado la estructura fina del pedúnculo del ovocito de *Anodonta*, discutiendo, además, sobre la posible función de ese elemento. En Gastropoda, Young y DeMartini (1970), estudiaron los ovocitos primarios de *Haliotis rufescens* sujetos por un pedúnculo a las trabéculas del ovario, y Underwood (1972) sostiene que los ovocitos de *Monodonta lineata*, *Gibbula umbilicalis* y *G. cineraria*. . . "permanecen unidos a las trabéculas del ovario gran parte de su desarrollo y eventualmente forman un pedúnculo de sujeción". (traducción).

En *Concholepas concholepas* también se observa a los ovocitos previtelogénicos y en vitelogénesis adheridos a las trabéculas del ovario por medio de un pedúnculo. Situación que permite visualizar a los constituyentes citoplasmáticos distribuidos en forma polarizada. Por otro lado, se observó que el material citoplasmático en la región del pedúnculo tiene esa disposición especial, orientado respecto a su eje longitudinal. Beams y Sekhon (1966) observaron mediante microscopía electrónica en los ovocitos tempranos de *Anodonta* una disposición longitudinal de microtúbulos en la zona del pedúnculo. Esta es una estructura aparentemente adaptada para el soporte mecánico de la célula y que probablemente tiene una función de nutrición en el ovocito en crecimiento. Esto implicaría la incorporación de sustancias nutritivas desde el exterior hacia el interior del ovocito a través del pedúnculo.

Otra característica de interés necesaria de destacar en este trabajo es la observación de las plaquetas vitelinas de ovocitos en vitelogénesis y madu-

ros. Junto con ellas, se observan gránulos metacromáticos densos, los que podrían constituir los núcleos básicos de formación de las plaquetas vitelinas. Esto se sugiere, ya que algunos gránulos son heterogéneos en su contenido presentando zonas densas y zonas más claras que semejan al contenido de las plaquetas vitelinas. Con respecto a las plaquetas vitelinas bipartidas, estas son semejantes a las descritas por Dumont (1969) para el anélido *Enchytraeus albidus* y a las descritas por Taylor y Anderson (1969) para el gastrópodo *Ilyanassa obsoleta*, las cuales presumiblemente corresponden a la etapa final de formación de la plaqueta (Dumont, 1969). Es necesario correlacionar la presencia de estas plaquetas bipartidas con la etapa de

maduración del ovocito, para darle su debida interpretación funcional.

## AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que colaboraron en la realización de este trabajo. Mis reconocimientos especiales al Dr. Jorge Arrau, quien revisó el manuscrito; a la Dra. Cecilia Koenig, por sus valiosas sugerencias; al Dr. Juan C. Castilla, por las facilidades otorgadas para el transporte y mantención de los animales en el acuario del Laboratorio a su cargo; al Dr. Mario Luengo y Dr. Juan de Dios Vial, por la facilitación de los equipos de ultramicrotomía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANDERSON, E. 1965. Events associated with differentiating oocytes in two species of amphineurans (Mollusca) *Journal of Cell. Biology* 27.
- ANDERSON, E. 1969. Oocyte cell differentiation in two species of Amphineurans (Mollusca). *Journal of Morphology* 129 : 89 - 125.
- AVILES, S. y E. LOZADA. 1975. Estudios histológicos del ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) en Punta Saliente, Coquimbo, *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 44 : 107 - 218.
- BEAMS, H. y S. SEKHON 1966. Electron microscope studies on the oocyte of the fresh-water mussel (*Anodonta*), with special reference to the stalk and mechanism of yolk deposition. *Journal of Morphology* 119 : 477 - 501.
- BRETSCHNEIDER, L. y L.C. RAVEN. 1951. Structural and topochemical changes in the egg cells *Limnaea stagnalis* L. during oogenesis. *Archives Néerlandaises de Zoologie* 10 : 1 - 31.
- CASTILLA, J.C. 1974. Notes on Mating Behaviour of *Concholepas concholepas* (Mollusca, Gastropoda, Muricidae) from Chile. *The Veliger* 16 : 291 - 292.
- DUMONT, J. 1969. Oogenesis in the Annelid *Enchytraeus albidus* with special reference to the origin and cytochemistry of yolk. *Journal of Morphology* 129 : 317 - 344.
- FLORES, G. y P. WARD. 1966. Elementos corpusculares de la sangre de *Concholepas concholepas* (Bruguière). IX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Chile, Valparaíso, Diciembre 1966.
- FLORES, G.; M. KRAUSKOPF; J. CONCHA. 1967. Etude microscopique préliminaire du coeur de *Concholepas concholepas*. *Annales de Histochemie* 12 : 233 - 241.
- GUZMAN, E.; M. AMIN; M. DELPIN. 1972. Análisis histológico del sistema reproductor masculino de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 45 : 117 - 127.
- HALLER, B. 1888. Die Morphologie der Prosobranchier, gesammelt auf einer Erdumseglung durch die König italienische Korvette "Vettor Pisani". *Morphologisches Jahrbuch* 14 : 54 - 169 Lams. 3 - 8.
- HUAQUIN, L. 1966. Anatomía de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) (Gastropoda: Muricidae). Tesis de Grado. Escuela de Pedagogía, Universidad Católica de Chile. 53 p., 24 figs.
- HUTCHINGS, P.A. 1973. Gametogenesis in a Northumbrian Population of the Polychaete *Melinna cristata*. *Marine Biology* 18 (3) : 199 - 211.
- KRAUSKOPF, M. 1965. Actividad eléctrica y mecánica del corazón del loco (*Concholepas concholepas*). Tesis de Grado, Facultad de Química y Farmacia y Bioquímica, Universidad de Concepción.
- MALDONADO, C.R. 1965. Estudio macroscópico, microscópico e histoquímico de *Concholepas concholepas* *Revista de Biología Marina Valparaíso* 12 (1 - 3) : 121 - 127, 6 lams.
- MALDONADO, C.R. 1966. Studio al microscopio elettronico del muscolo liscio del piede del *Concholepas concholepas*. *Accademie Nazionale dei Lincei. Rendiconti della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*, Ser. 8, 40 (4) : 692 - 292, Tav. 1 - 3.
- RAMORINO, L. 1975. Ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* en la zona de Valparaíso. *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 15 (2) : 149 - 177.
- SELWOOD, L. 1968. Interrelationships between developing oocytes and ovarian tissues in the chiton *Syphacochiton septentriones* (Ashby) (Mollusca, Polyplacophora) *Journal of Morphology* 125 : 71-104.
- SUMMERS, R. 1972. An ultrastructural study of the spermatozoon of *Eudendrium ramosum*. *Zeitschrift für Zellforschung* 132 : 147 - 166.
- TAYLOR, G. y E. ANDERSON. 1969. Cytochemical and fine structural analysis of Oogenesis in the Gastropod *Ilyanassa obsoleta*. *Journal of Morphology* 129 : 211 - 248.
- UNDERWOOD, A.J. 1972. Observations on the Reproductive Cycles of *Monodonta lineata*, *Gibbula umbilicalis* and *G. cineraria*. *Marine Biology* 17 : 333 - 340.
- WARD, J. 1966. The breeding cycle of the keyhole limpet *Fissurella barbadensis* Gmelin. *Bulletin of Marine Science* 16 (4) : 685 - 695.
- WARD, P. 1966. Estudios preliminares de la sangre del loco (*Concholepas concholepas*) (Resumen) IX Reunión Sociedad de Biología de Chile, Valparaíso, Diciembre 1966.
- WARD, P. y J. CONCHA. 1967. Estudios preliminares de la sangre del loco (*Concholepas concholepas*) (Resumen) X Reunión Sociedad de Biología de Chile, Noviembre 1967.
- YOUNG, J. y J. DEMARTINI. 1970. The reproductive cycle, gonadal histology and gametogenesis of the red abalone, *Haliotis rufescens* (Swainson). *California Fish and Game* 56 (4) : 298 - 309.





EL CICLO VITAL DEL MURICIDAE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*  
Y CONSIDERACIONES SOBRE  
SUS PRIMERAS FASES DE VIDA EN EL BENTOS.

Carlos Gallardo \*

RESUMEN

Observaciones de la protoconcha de *C. concholepas* revelan que la concha del juvenil de esta especie alcanza una longitud de aproximadamente 1700-1800  $\mu\text{m}$  y un diámetro de la espira de 1400  $\mu\text{m}$  en el momento de la metamorfosis. Este tamaño del juvenil al iniciar su vida bentónica es mayor que el observado en el muricido holobéntico *Nucella crassilabrum* y en la fase de eclosión del muricido *Chorus giganteus*. Fijaciones de larvas de *C. concholepas*, observadas en Caleta Leandro, bahía de Concepción, confirman los caracteres atribuidos a este juvenil recién metamorfoseado. De este modo, mientras transcurre su fase planctónica, la concha larval de *C. concholepas* crece desde 260  $\mu\text{m}$  (longitud al eclosionar) hasta cerca de 1800  $\mu\text{m}$  de longitud en el momento de fijarse. Poblaciones densas de individuos jóvenes ( $X = 52$  individuos por  $\text{m}^2$ ) han sido observadas en la costa intermarcal rocosa de Mehuín, provincia de Valdivia; se encuentran a nivel de cinturón de *Penumytilus purpuratus* y áreas subyacentes. El crecimiento inicial de este *C. concholepas* bentónico ocurriría en este lugar; mientras habita en este nivel parece alimentarse de los mitílidos y cirripedios que allí son comunes (*P. purpuratus*, *Balanus laevis*, *B. flosculus* y *Chtamalus cirratus*).

Se discute la ocurrencia y ritmo de algunos procesos en el ciclo vital de este muricido comestible. Se sugiere que habría un período de desove más o menos continuo con un máximo entre verano y otoño. Es posible que el desarrollo intracapsular no exceda los 2 meses, mientras que la fase larval pelágica parece ser relativamente larga, 2 meses al menos. La fijación larval ocurriría especialmente entre junio y septiembre, de acuerdo a observaciones en la costa sur de Chile.

THE LIFE CYCLE OF THE MURICID *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*  
WITH CONSIDERATIONS  
ABOUT ITS FIRST BENTHONIC STAGES

ABSTRACT

The protoconch of *Concholepas concholepas* is studied to elucidate morphological and somatometric characteristics of the newly metamorphosed juvenile. Comparative information is obtained in the muricids *Nucella crassilabrum* and *Chorus giganteus*, so that the increase in larval size of *C. concholepas* during its pelagic existence is established. The settlement of the larvae, as observed at one locality, as well as the findings of young individuals in the intertidal are reported. The environmental conditions at these places and the habits of juvenile *C. concholepas* are also described. The timing of some basic events in *C. concholepas* life cycle is discussed.

(\*) Instituto de Zoología. Universidad Austral de Chile. Casilla 567. Valdivia.

NOTA: Parte del Proyecto Inv. S 77-37, Dirección Investigación U.A.CH.



## · INTRODUCCION

Según Beu (1970) las especies del género *Concholepas* se habrían caracterizado por poseer larvas planctotróficas de larga vida en el plancton, lo que explicaría la amplia dispersión que alcanzó este grupo en el pasado. Actualmente la única especie viviente del género es el "loco" *Concholepas concholepas* con una distribución restringida a las costas de Chile y sur del Perú. La mantención de un ciclo pélogo-bentónico en este gastrópodo ha sido revelada por los estudios del desarrollo intracapsular realizados por Gallardo (1973), Ramorino (1975) y Castilla y Cancino (1976). Sin embargo, estos estudios no permiten estimar el crecimiento que alcanzaría la larva durante su fase pelágica ni la extensión de esta etapa del ciclo. Cabe sí destacar que según estos mismos autores *C. concholepas* posee un huevo relativamente pequeño y una de las fecundidades más altas dentro de la familia, propiedades que en general caracterizan a especies con larva planctotrófica cuya vida pelágica alcanza cierta duración (Thorson 1950). El ciclo reproductivo de esta especie ha sido estudiado por Ramorino (1975) y Avilés y Lozada (1975); en general, se concluye que la especie tiene un ciclo sexual progresivo sin etapa de reposo y de rápida recupera-

ción.

Dada la importancia económica creciente que ha alcanzado esta especie en Chile, se hace urgente conocer mejor ésta y otras etapas básicas de su ciclo vital. Para ello es necesario reunir los elementos que permitan estimar directa o indirectamente las características y tamaño alcanzado por la larva al momento de fijarse, como asimismo las áreas y el momento en que ocurre este reclutamiento. Con esta información y la ya existente en la literatura, es posible analizar algunos procesos fundamentales del ciclo reproductivo de *C. concholepas* y de su etapa temprana de ingreso al bentos.

En el presente trabajo se analiza la morfología y tamaño de la protoconcha en ejemplares jóvenes de *C. concholepas* y con fines comparativos, se estudia el juvenil que recién ingresa al bentos en otros Muricidae de la misma área de estudio, Mehuín, provincia de Valdivia. Además, se incluye información sobre el habitat y épocas en que se encuentran individuos juveniles en la costa de Mehuín y las características de estas poblaciones, como asimismo resultados sobre captación de larvas de esta especie en sustratos artificiales en la bahía de Concepción.

## MATERIAL Y METODOS

El material se obtuvo en la zona intermareal rocosa de Mehuín (39°25'S, 73°13'W) durante la baja marea de sicigia. Para estudiar la protoconcha se hicieron observaciones de la zona apical en conchas de individuos pequeños obtenidos en los meses de enero y febrero de 1977. El diámetro mayor de la protoconcha en vista apical se midió en 13 individuos. Para una representación aproximada de esta protoconcha por su parte ventral o abertura, se le desenterró cuidadosamente socavando las espiras postmetamorfosis que la envuelven. Las representaciones de los estadios recién eclosionados de los murícidos *Nucella crassilabrum* y *Chorus giganteus* se hicieron observando y midiendo 10 ejemplares en cada caso. Se dibujó la protoconcha

de un individuo pequeño de *N. crassilabrum* en vista apical. No fue posible obtener juveniles pequeños de *Ch. giganteus* por lo que sólo se trabajó con estadios recién eclosionados de las ovicápsulas.

Para estimar tamaño de los individuos y densidad de las poblaciones intermareales de *C. concholepas* juveniles, se muestrearon los individuos contenidos en un área de 1 m<sup>2</sup>, a partir de enero de 1977. Los niveles del muestreo abarcaron una franja que comprendía parte del cinturón de *Perumytilus purpuratus* y el mesolitoral inferior descubierto en marea baja de sicigia. En cada individuo se midió el diámetro mayor de la apertura o peristoma, utilizando un pie de metro de precisión 0,1 mm.

RESULTADOS

Características de la protoconcha

La protoconcha de *C. concholepas* aparece claramente definida en una vista del extremo apical de ejemplares jóvenes. Su enrollamiento espiral muestra unas 3 vueltas o poco más y su contorno alcanza un diámetro máximo que varía entre 1350 y 1475  $\mu\text{m}$  ( $\bar{X} = 1407 \mu\text{m}$ ). Su color es café anaranjado, siendo el apex en general blanco. Presenta una superficie lisa y uniforme que bruscamente se interrumpe en la zona de inicio de la teloconcha; entre ambas se nota una línea de depresión a partir de la cual surge la teloconcha con una textura y ornamentación muy pronunciada pero regular en su diseño. (Fig. 1 A). Removiendo la espiral correspondiente a los primeros tramos de la teloconcha emerge el resto de la protoconcha, de modo que es posible reconstruir la forma que tenía esta última

al momento de la metamorfosis o paso de la larva al ambiente bentónico (Fig. 1 B). Destaca su similitud con la concha juvenil del murícido *N. crassilabrum* en su etapa de eclosión (Fig. 1 D) y con la concha de la fase de eclosión de *Ch. giganteus* (Fig. 1 F). *N. crassilabrum* posee ciclo holobentónico, sin larva pelágica (Gallardo, en prensa). Destaca también la semejanza en la ornamentación de la teloconcha de *C. concholepas* y *N. crassilabrum* (Fig. 1 A y 1 C).

La protoconcha del "loco" sobresale por su mayor enrollamiento y tamaño y su color café anaranjado; es posible que en el momento de la metamorfosis alcance una longitud o eje columelar de alrededor de 1700 - 1800  $\mu\text{m}$ , muy superior a la observada en el juvenil de *N. crassilabrum* ( $\bar{X} = 1085 \mu\text{m}$ ) y en la fase de eclosión de *Ch. giganteus* ( $\bar{X} = 1025 \mu\text{m}$ ). Ahora bien, si comparamos el

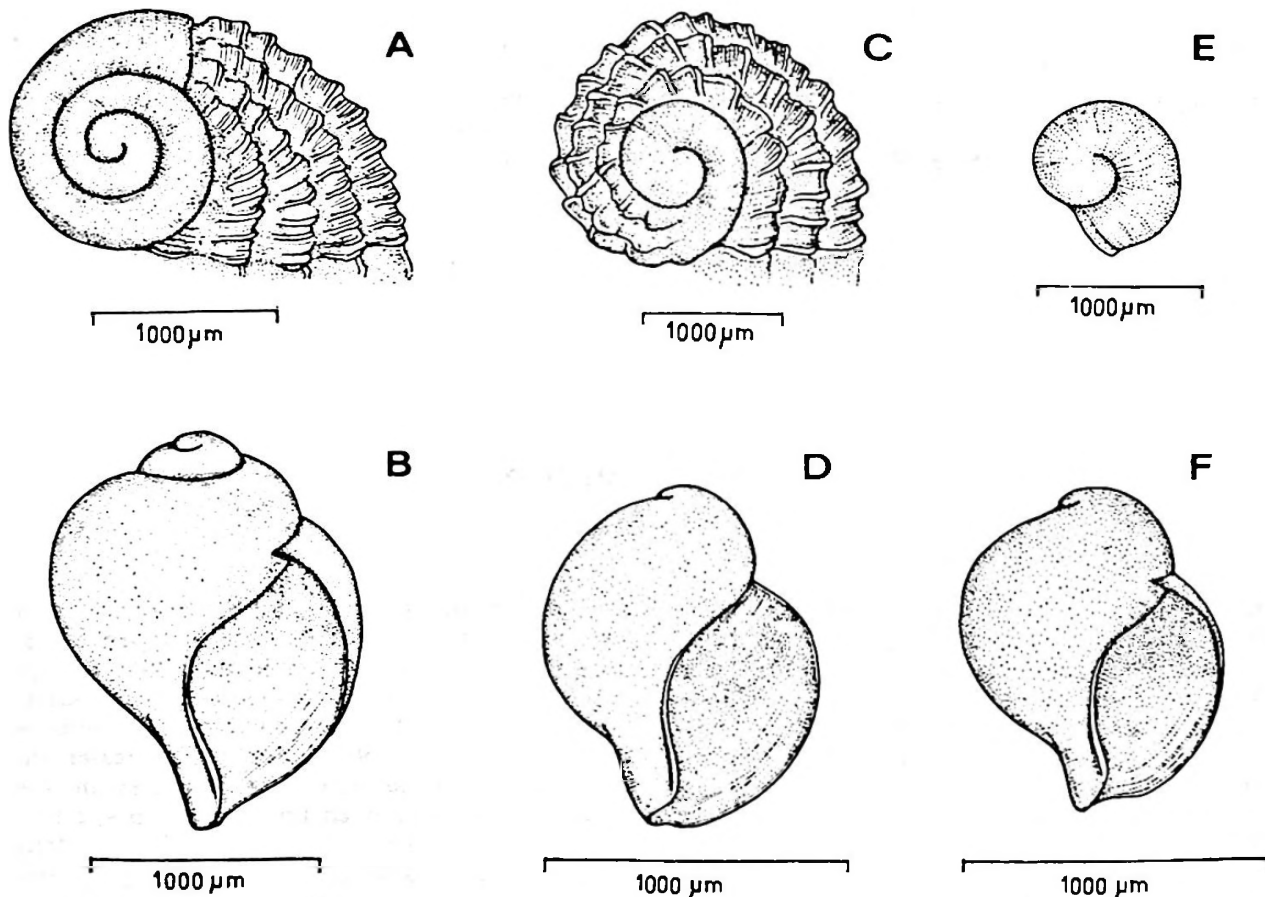


Fig. 1 A - B *Concholepas concholepas*: A, vista apical de la protoconcha e inicio de la teloconcha en un ejemplar joven; B, reconstrucción de la protoconcha por su cara ventral.  
 C - D *Nucella crassilabrum*: C, vista apical de la protoconcha y teloconcha en ejemplar joven; D, concha de ejemplar juvenil recién eclosionado.  
 E - F *Chorus giganteus*: concha de ejemplar recién eclosionado en vista apical (E) y ventral (F).

tamaño de 260  $\mu\text{m}$  que tiene la concha embrionaria de *C. concholepas* al momento de eclosionar de la ovicápsula (Gallardo, 1973) con este tamaño final revelado por la protoconcha, vemos que hay un notable crecimiento de la larva durante su fase planctónica (Fig. 2). El crecimiento corresponde a

un incremento de cerca de 5 veces el diámetro inicial. Al iniciarse la teloconcha, la espira crece en forma más abierta dejando desde ya la amplia apertura que caracteriza a esta especie y a las restantes del género ya desaparecidas (Beu 1970).

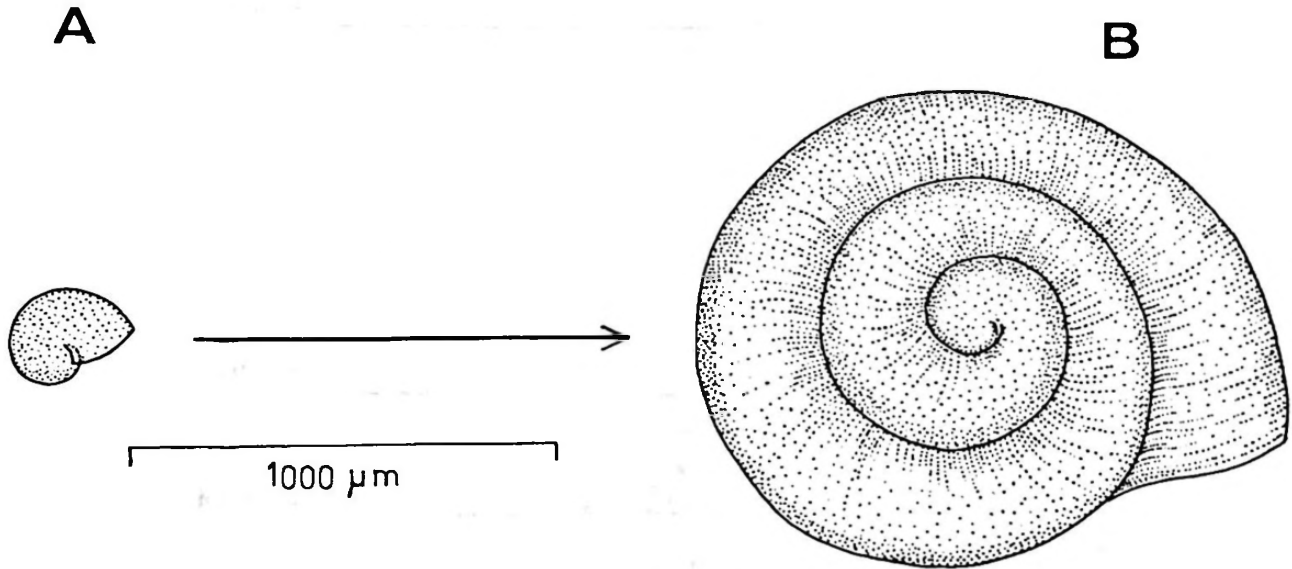


Fig. 2 *Concholepas concholepas*. Comparación de la concha en el momento de la eclosión desde la ovicápsula (A) con la concha larval al momento de la metamorfosis, como lo revela la protoconcha en vista apical (B).

Estados juveniles bentónicos de *C. concholepas* en la naturaleza.

El único hallazgo de juveniles recién metamorfoseados de esta especie se produjo accidentalmente en Caleta Leandro, bahía de Concepción, hecho

que me ha sido gentilmente comunicado por la Prof. M. T. López (U. de Concepción). Las larvas se fijaron sobre colectores artificiales suspendidos para otros fines experimentales. Uno de los individuos de esta muestra se ilustra en la figura 3. En general, coincide con el modelo algo hipotético

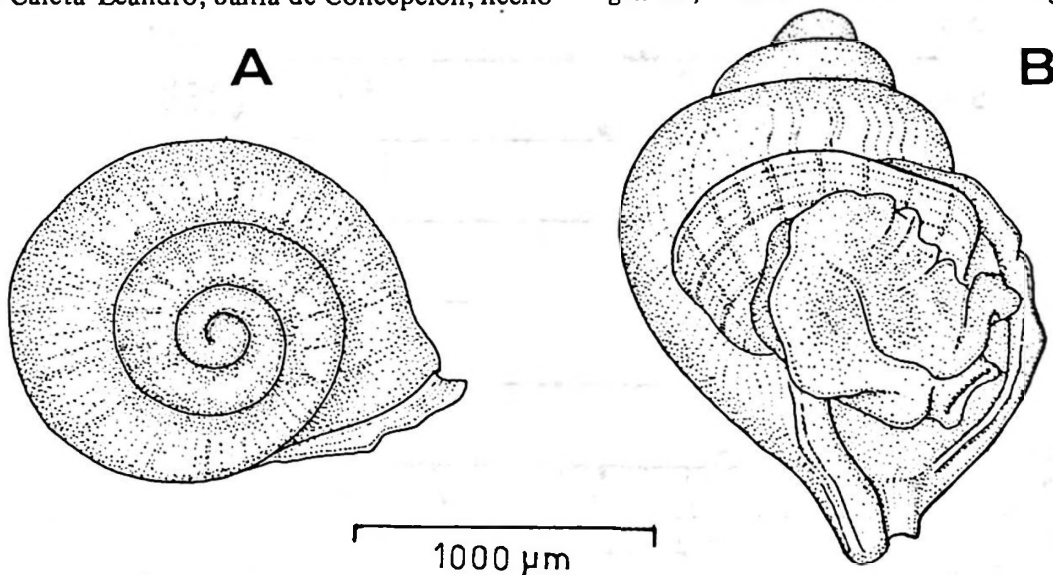


Fig. 3 *Concholepas concholepas*. Ejemplar juvenil captado en colectores artificiales en Caleta Leandro. A, vista apical; B, vista ventral.

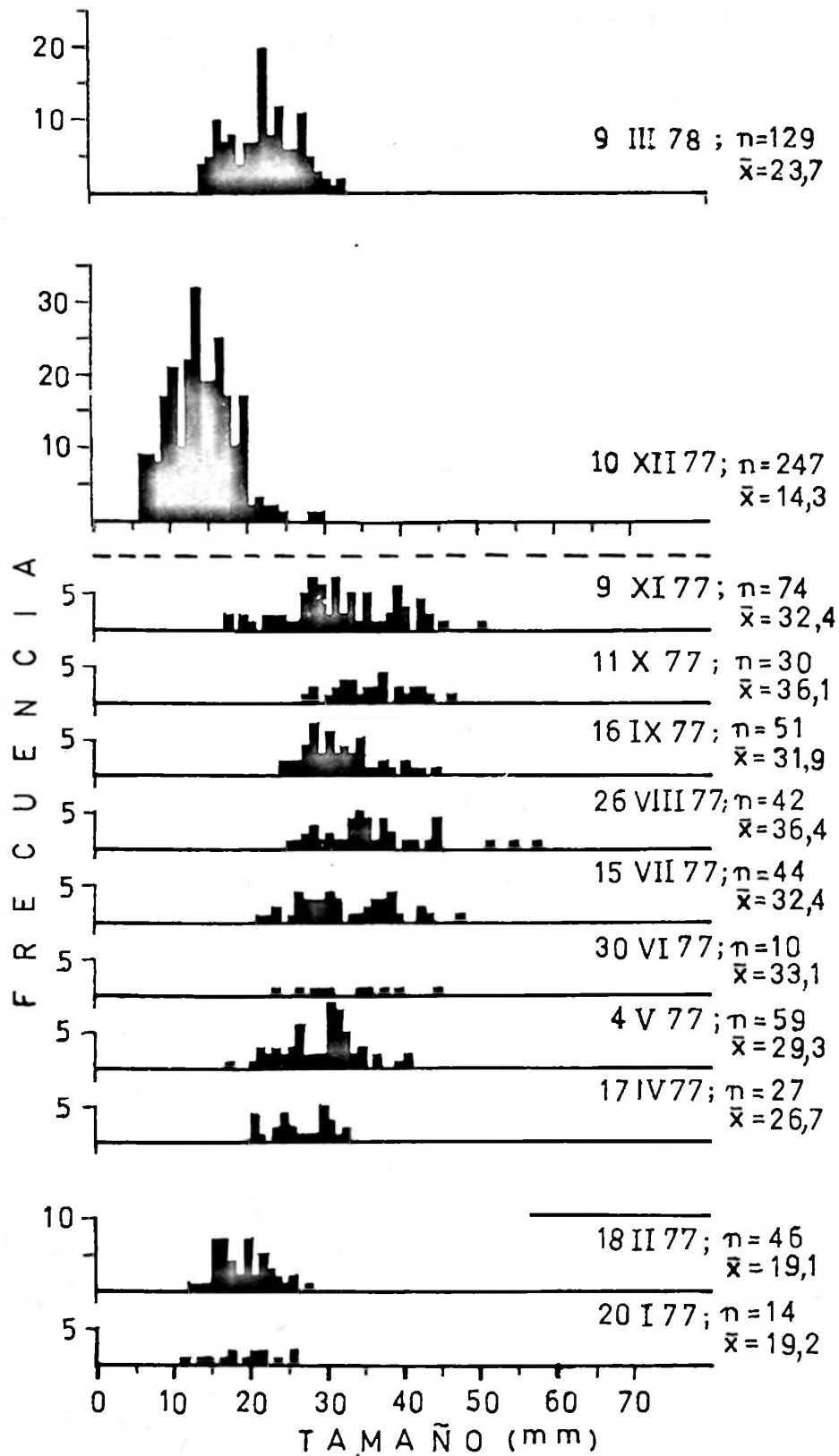


Fig. 4 *Concholepas concholepas*. Distribución de tamaños de los juveniles obtenidos en muestras de 1 metro cuadrado en el Intermareal de Mehuín, durante 1977 - 78.



elaborado a partir de nuestras observaciones de la protoconcha de ejemplares jóvenes de Mehuín. El individuo de la figura 3 mide aproximadamente 1900  $\mu\text{m}$  de longitud y visto por su parte apical alcanza un diámetro de 1400  $\mu\text{m}$  y una espira de 3 y media vueltas; su color es café anaranjado, más intenso por su cara interna. El opérculo, que ocluye totalmente la abertura, es semitransparente y de un color amarillo pálido. Los ejemplares de esta muestra fueron colectados en septiembre de 1975.

En sustratos intermareales de la localidad de Mehuín hemos encontrado poblaciones relativamente densas de individuos jóvenes de *C. concholepas*. Los pequeños caracoles se distribuyen a través de la franja de *Perumytilus purpuratus* compartiendo el sustrato junto a otros animales típicos de esta comunidad (*Balanus flosculus*, *B. laevis*, *Chtamalus cirratus*, *Chitón granosus*); entre las algas, son comunes *Iridaea boryana*, *I. laminarioides* y *Porphyra columbina*. De acuerdo a las observaciones en marea baja, los jóvenes *Concholepas* se ubican de preferencia en oquedades y grietas del roquerío y aparecen también en techos rocosos de pendiente negativa ocupados especialmente por la actinia *Phymactis clematis*. El reclutamiento abundante de cirripedios sobre la roca y como epibiontes de *P. purpuratus* y de los "locos" mismos es característico en esta comunidad.

La Fig. 4 representa la distribución de tallas para individuos de 1 m<sup>2</sup> obtenidos a lo largo del año 1977-78 en Mehuín. Las muestras de enero a noviembre de 1977 corresponden a una misma área (área 1). En enero 1977 los ejemplares medían entre 11,2 a 25,4 mm (diámetro mayor de apertura peristomial) con una media de 19,16 mm. Como se observa en el gráfico, las muestras de los

meses siguientes sugieren un crecimiento sostenido de estos jóvenes individuos, por lo menos hasta el mes de julio o agosto en el área 1. En la muestra de noviembre reaparecen algunos individuos de menos de 25 mm, tallas que no aparecían ya desde agosto. La muestra de diciembre de 1977, practicada en otro lugar de la costa (área 2) revela la aparición de una nueva generación de jóvenes *C. concholepas* (6,4 a 29,9 mm;  $\bar{X}$  = 14,3 mm) y en una densidad muy alta (247 ind. por m<sup>2</sup>). El área es un paredón de pendiente regular, expuesto directamente al oleaje durante marea alta. Los "locos" aparecieron en los niveles inferiores de la franja de *Perumytilus purpuratus*, sustrato densamente cubierto por el alga *Iridaea laminarioides*. Es esperable, como se observa ya en marzo de 1978, que la alta densidad de esta población se reduzca notoriamente a medida que crecen estos individuos, acercándose más a los valores encontrados en las muestras del área 1. No se continuó el estudio de esta generación más allá de marzo de 1978 pero su distribución en el gráfico sugiere que en el curso de este año habría seguido el mismo ciclo de crecimiento que las poblaciones muestreadas el año anterior.

En el total de muestras intermareales obtenidas en Mehuín el año 1977 (algunas no representadas en los gráficos), la densidad varió entre 4 a 247 ind. por m<sup>2</sup> con una media de 52 individuos para dicha superficie de sustrato. Vemos cómo estas áreas intermareales sirven de sustrato a poblaciones relativamente densas de este muricido, lo cual destaca la importancia de manejar y preservar adecuadamente estas áreas de nuestro litoral, considerando que en ellas estos juveniles encuentran las condiciones ambientales requeridas para sus etapas tempranas de crecimiento en el bentós.

## DISCUSION

A la información ya existente en la literatura sobre *C. concholepas* se agrega el nuevo conocimiento que tenemos sobre el término de la fase larval y su reclutamiento en sustratos bentónicos. Con estos elementos, podemos analizar algunas etapas básicas del ciclo de este gastrópodo, en particular su duración, a fin de ubicar estos procesos en el tiempo. Si bien quedan aún muchas interrogantes, se plantean una serie de hipótesis que deberán ser probadas en futuras investigaciones sobre el ciclo de esta especie. Esta discusión, sigue la secuencia de los principales eventos del ciclo vital.

a) Epocas de postura: No tenemos información sobre el ciclo reproductivo de *C. concholepas* en la zona de Valdivia. En Mehuín hemos observado algunas posturas intermareales entre noviembre y febrero, pero no sabemos qué ocurre en el submareal, sustrato típico de postura de los adultos de esta especie. La información existente sobre el ciclo reproductivo en poblaciones de Valparaíso (Ramorino, 1975) y Coquimbo (Avilés y Lozada, 1975) presenta resultados algo disímiles; en general, las principales etapas de este ciclo aparecen algo adelantadas en Coquimbo con respecto a Valparaíso. En Co-

quimbo se observa máxima madurez ovárica en octubre mientras en Valparaíso esto ocurre de febrero a marzo; el máximo vaciamiento del ovario se alcanza entre diciembre y febrero en Coquimbo y entre marzo a julio en Valparaíso; según esto, el término del desove sería a fines de marzo en Coquimbo y entre junio a julio en Valparaíso. En este último lugar, Ramorino (op. cit.) observa abundantes posturas submareales entre febrero y mayo y una menor entre septiembre y octubre. En resumen, parece ser que la especie presenta en general un ciclo más o menos continuo de desove con máxima intensidad entre verano y otoño tardío, dependiendo su ubicación entre otros posibles factores del ciclo térmico del agua en cada localidad y del año de las observaciones. Es importante en este sentido acompañar cada estudio del ciclo gonadal de un registro de las temperaturas en ese período.

- b) Tiempo de desarrollo intracapsular: Se han hecho estimaciones sólo con posturas mantenidas en condiciones de laboratorio y tratándolas a temperaturas diferentes en cada caso. Los resultados obtenidos varían entre un mínimo de 36 días (Gallardo, 1973) a un máximo de 128 días (Castilla y Cancino, 1976). Si bien las diferencias de temperatura explican en parte estos resultados tan disímiles, la diferencia entre ellos aparece muy grande como para atribuirla a este solo factor. Tal vez la mejor manera de analizar estos datos sea referirlos a la ecuación de regresión de Spight (1975) que establece la relación entre tiempo de desarrollo y temperatura para varios murícidos. Tal ecuación permite comparar los datos de tiempo de desarrollo obtenidos a determinada temperatura para *C. concholepas* con los que ella predice para los murícidos en general. Los resultados de esta comparación se dan en la Tabla 1. Podemos ver en ella que el tiempo de desarrollo reportado por Gallardo

(1973) queda incluido dentro del rango de tiempo predicho por Spight (1975) para esa temperatura. Los tiempos de desarrollo reportados por otros autores, especialmente los de Castilla y Cancino (1976) exceden significativamente lo esperado según la ecuación de Spight. Además estos autores consideran que la amplia variación en los valores por ellos obtenidos pueda deberse a interferencias mecánicas sobre las cápsulas desarrolladas en los acuarios. Cabe considerar también que los tiempos predichos por la ecuación en referencia (Tabla 1) resultan de incluir tanto murícidos con larva libre como de desarrollo directo. Esto tiende a elevar los valores de tiempo predecibles para especies con larva pelágica y huevo pequeño. Por lo tanto cabría esperar que para estas últimas, entre las cuales se incluye *C. concholepas*, los tiempos predichos en la Tabla 1, fueran incluso algo menores.

Ahora bien, interesa establecer los tiempos de desarrollo intracapsular de *C. concholepas* de acuerdo a las temperaturas en su medio natural. En Mehuín se ha registrado un promedio superficial de 10,8°C para la época otoño-invierno y de 12,6°C para primavera-verano (datos obtenidos en 1977); para estas temperaturas la ecuación para murícidos en general (Spight, 1975) predice una duración del desarrollo preclósión entre 63 a 74 días. En Montemar se ha registrado un promedio anual de 13,3°C (Reyes y Romero, 1977), según el cual el tiempo de desarrollo predicho sería de 59 días. Considerando, por las razones ya señaladas, que los tiempos de desarrollo derivados de esta ecuación serían aún excesivos para especies con las características embrionarias de *C. concholepas*, estimo que en la naturaleza la mayoría de las larvas de esta especie, eclosionarían antes de los 60 días de desarrollo en el bentos y muy pocas excederían ese lapso.

TABLA 1

COMPARACION DE LA DURACION DEL DESARROLLO INTRACAPSULAR DE *C. CONCHOLEPAS* OBSERVADO EN EL LABORATORIO CON LA DURACION PREDICHA PARA VARIAS ESPECIES DE MURICACEA POR SPIGHT 1975

Autor	Temp. (°C)	Duración del desarrollo (días)	
		Observada	Predicha
Gallardo 1973	16,6 - 18,7	36 - 37	34 - 42
Ramorino 1975	12 - 14	60 - 84	55 - 68
Castilla y Cancino 1976	13,5 - 14,5	69 - 128	53 - 58

- c) Epocas de eclosión de las larvas: De acuerdo a las observaciones de Ramorino (1975) en Valparaíso sobre presencia de posturas submareales (febrero a mayo) es posible que los meses de otoño tardío (abril a junio) sean al menos para esa zona un período de intensa liberación de larvas de *C. concholepas* al plancton. No podemos descartar que también haya eclosiones importantes en primavera-verano dependiendo de la cronología de los desoves de acuerdo a los factores que anteriormente se han señalado.
- d) Duración de la fase larval pelágica: El gran crecimiento experimentado por la larva del "loco" en el plancton, según evidencia la protoconcha y captaciones en Caleta Leandro, sugiere un período relativamente largo de vida en el pélagos. Esta es, por lo demás, una característica de especies con larva planctotrófica surgida de huevos pequeños. Tal situación implicaría, además, una alta mortalidad larval en el plancton, hecho que explicaría la elevada fecundidad de esta especie dentro de los murícidos (Gallardo, 1973; Ramorino, 1975; Castilla, 1976). De acuerdo a los antecedentes entregados por estos autores, podemos estimar que una hembra puede sobrepasar el millón de larvas liberadas desde una sola postura.
- Un período de vida prolongado en el plancton haría de la larva un efectivo elemento de dispersión de la especie a gran distancia como también de recolonización de sustratos sometidos a fuertes fluctuaciones poblacionales. En tal caso también sería posible que las larvas llevadas a gran distancia por el sistema de corrientes litorales mantengan un efectivo intercambio entre poblaciones relativamente separadas de nuestra costa. Parece razonable suponer que la fase planctónica del "loco" podría exceder los 2 meses antes de su fijación al fondo y alcanzar los 1800  $\mu\text{m}$  estimados como longitud aproximada de la concha larval al momento de su metamorfosis. En consecuencia, parece ser que la restringida distribución geográfica actual del género *Concholepas* no se debería a una reducción del período larval planctónico en la evolución de *C. concholepas* como ha postulado Beu (1970). Obviamente la hipótesis aquí planteada de una larga fase larval pelágica para esta especie, requiere ser puesta a prueba mediante adecuadas observaciones en terreno.
- e) Tamaño de ingreso de bentos: De acuerdo a Spight (1976) este tamaño depende, en los Prosubbranquios, de las características de sobrevivencia tamaño específicas del juvenil en el bentos, las cuales a su vez están reguladas por condiciones propias del habitat requerido por cada especie. Diferencias microambientales pueden determinar diferentes tamaños de ingreso al bentos en los Murícidos. El juvenil de *C. concholepas* ingresa al bentos con un tamaño de aproximadamente 1800  $\mu\text{m}$ , claramente mayor que el de los otros murícidos del área aquí estudiados. No conocemos los factores determinantes de este hecho, pero hay aquí una interesante veta de investigación futura.
- f) Areas y épocas de reclutamiento larval: Nuestras observaciones de terreno sugieren que las primeras etapas de crecimiento del juvenil *C. concholepas*, como también la fijación larval, ocurrirían a nivel del sustrato rocoso intermareal. No sabemos mucho sobre el tipo de sustrato preferido por la larva. En la muestra de diciembre 1977 aparecen individuos pequeños de hasta cerca de 6 mm los más pequeños, en los límites inferiores de la franja de *Perumytilus purpuratus* y áreas ligeramente subyacentes. Este sustrato está cubierto por una densa vegetación de *Iridaea laminarioides* en primavera y en parte también por *Porphyra columbina*. Durante marea baja los pequeños caracoles aparecen preferentemente entre las grietas de este sustrato rocoso. Surge una interrogante con respecto a la época del año en que se han captado estas larvas en Mehuín. ¿Qué edad tienen estos juveniles?
- De acuerdo a los ritmos de crecimiento inicial reportados por Spight (1974) en varios murícidos y observando nuestro histograma de tallas para *C. concholepas* en la Fig. 4, podemos considerar que esta especie poseería un ritmo de crecimiento relativamente rápido en esas etapas. En este sentido podemos especular sobre la edad probable de estos jóvenes *C. concholepas* aplicando a éstos la ecuación de crecimiento de *Ocenebra interfossa* (Spight, op. cit.) especie que posee también un crecimiento inicialmente rápido (ver Tabla 2). Sin embargo, los incrementos mensuales predichos en esta Tabla estarían aún por debajo de los que sugieren los histogramas de frecuencia de tallas para *C. concholepas* de Mehuín. Especialmente al comparar la muestra de diciembre 1977 y marzo 1978, se observa que algunos grupos modales se desplazarían unos 8 a 9 mm en estos 3 meses. Así, individuos de unos 14 - 15 mm tendrían aún incrementos mensuales de al menos 3 mm. El siguiente hecho confirmaría esta predicción. Dos individuos de 29 y 29,2 mm marcados el 24-3-78 y recapturados 28 días después (21-4-78) habían crecido 2 y 2,8 mm respectivamente. Nuestras conclusiones se acercan mucho a las de Tobella (1975) quien, a través

TABLA 2

TAMAÑO PREDICHO (mm) PARA *C. CONCHOLEPAS* JUVENILES A DISTINTAS EDADES POST-ASENTAMIENTO (meses)Si aplicamos la ecuación de crecimiento de *Ocenebra interfossa* según Spight (1974), en que  $Y = 6,82 - 0,32X$ 

(X = diámetro peristomial al comienzo de cada intervalo de tiempo

Y = incremento de tamaño neto en ese período)

Discusión en el texto.

Edad (meses)	Tamaño inicial	Incremento	Tamaño al final de cada período	Crecimiento mensual aproximado
0	1,8			
2	1,8	6,24	8,04	3,12
4	8,04	4,24	12,28	2,12
6	12,28	2,89	15,17	1,44
8	15,17	1,96	17,13	0,98
10	17,13.	1,34	18,47	0,67

de una metódica que puede ser discutible, predice incrementos mensuales de unos 3,3 mm en individuos menores de 14 mm.

Los individuos de Dic. 1977 cuya edad estamos averiguando, miden en general entre 7 a 20 mm. Según lo predicho en la Tabla 2, la edad de los menores sería cercana a 1,5 meses mientras las modas intermedias tendrían unos 5 meses. Sin embargo las edades predichas para las tallas mayores de este grupo (10 meses o más) serían exageradas. Por los antecedentes ya señalados, aparece más razonable atribuir a este reclutamiento de Mehuín una edad fluctuante entre 1 a 6 meses aproximadamente con una estimación de 3 - 4 meses para las tallas intermedias. Estos cálculos sugieren que el reclutamiento larval ocurre en Mehuín al menos entre julio a octubre, hecho que no se contradice con las captaciones de larvas observadas en Caleta Leandro en septiembre de 1975. Además, se ajusta a nuestras estimaciones de un desove intenso en verano-otoño con cerca de 2 meses de desarrollo intracapsular y sobre 2 meses de vida larval planctónica. La cronología de estos eventos, eso sí, trata de conciliar información sobre desoves

o posturas obtenidas en poblaciones del centro-norte con observaciones de captaciones y crecimiento de juveniles en la costa sur. No podemos descartar la posibilidad de que tal coordinación del ciclo entre poblaciones de distintas latitudes ocurra en virtud de un posible intercambio de larvas a gran distancia. Sin embargo, falta intensificar el estudio del ciclo reproductivo de esta especie en poblaciones de diferentes latitudes a lo largo del litoral, como así mismo la búsqueda de captaciones larvales en terreno. Sólo estos antecedentes permitirán conclusiones más definitivas respecto al ciclo vital de *C. concholepas*.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la profesora M. T. López, de la Universidad de Concepción, su gentileza de poner a mi disposición el material de juveniles de *C. concholepas* captados en colectores de Caleta Leandro. Igualmente, mi reconocimiento para el cuidador del Laboratorio Costero de Mehuín, Sr. P. Castro por su valiosa ayuda en terreno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AVILES, S. y E. LOZADA. 1975. Estudio histológico del ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) en Punta Saliente, Coquimbo, Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, 44 : 207 - 218.
- BEU, A.G. 1970. Taxonomic position of *Lippistes pehuensis* Marwick, with a review, of the species of *Concholepas* (Gastropoda: Muricidae). Journal of the Malacological Society of Australia. 2 (1) : 39 - 46.
- CASTILLA, J.C. y J. CANCINO. 1976. Spawning behaviour and egg capsules of *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). Marine Biology 37: 255-263.
- GALLARDO, C. 1973. Desarrollo intracapsular de *Concholepas concholepas* (Bruguière) (Gastropoda, Muricidae). Publicaciones Ocasionales N° 16, Museo Nacional de Historia Natural. Santiago de Chile, 16 pp.

- GALLARDO, C. 1979. Developmental pattern and adaptations for reproduction in *Nucella crassilabrum* and other muricaceans gastropods. Biological Bulletin (en prensa).
- RAMORINO, L. 1975. Ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* en la zona de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso 15 (2) : 149 - 177.
- REYES, E. y H. ROMERO. 1977. Climatología e interacción océano-atmósfera en la bahía de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 16 (2) : 125-159.
- SPIGHT, T.M. 1974. Life histories of large and small murexes (Prosobranchia: Muricidae). Marine Biology 24 : 229 - 242.
- SPIGHT, T.M. 1975. Factors extending gastropod embryonic development and their selective cost. Oecologia (Berl.) 21 : 1 - 16.
- SPIGHT, T.M. 1976 Ecology of hatching size for marine snails. Oecologia (Berl.) 24 : 283 - 294.
- THORSON, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. Biological Review, 25 : 1 - 45.
- TOBELLA, G.M. 1975. Crecimiento de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) (Moll. Gast. Muricidae). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción. 44 : 185 - 189



**CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS (MOLLUSCA:GASTROPODA:MURICIDAE):  
POSTURA DE CAPSULAS EN EL LABORATORIO Y LA NATURALEZA**

J. C. Castilla \*

**RESUMEN**

Se presentan nuevos antecedentes sobre postura de cápsulas de *Concholepas concholepas* (Bruguière), loco, en la naturaleza (2 años de observaciones) y en el laboratorio (5 años de observaciones). Las observaciones en el laboratorio y los datos de la literatura indican que *C. concholepas* deposita cápsulas con huevos prácticamente a lo largo de todo el año. Sin embargo, nuestros resultados muestran que las mayores frecuencias de depositación de cápsulas, tanto en el laboratorio como en la naturaleza, ocurren entre enero/febrero y mayo/julio.

Se demuestra la existencia de una relación lineal directamente proporcional entre las longitudes promedio de las cápsulas depositadas y el largo de la concha de las hembras ovopositoras. El tamaño mínimo de hembra ovopositora en el laboratorio fue de 40.1 mm. Se presenta una discusión en la que se analizan las posibles épocas de protección de la especie.

**CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS (MOLLUSCA:GASTROPODA:MURICIDAE):  
LAYING OF EGG CAPSULES IN THE LABORATORY AND NATURE.**

**ABSTRACT**

New observations about the laying of egg capsules by *Concholepas concholepas* (Bruguière), loco, in the laboratory (5 years) and in its natural environment (2 years) are presented. According to the results under laboratory conditions and literature reports, *C. concholepas* spawns throughout the whole year. Nevertheless, the greater frequency of spawning, in both conditions, takes place between January/February and May/July.

A direct relationship between length of shell of females and the mean length of capsules laid by them is demonstrated. The smallest size of spawning female in the laboratory was 40.1 mm. A discussion about a possible protection season for *C. concholepas* is presented.

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





## INTRODUCCION

*Concholepas concholepas* (Bruguère), loco, deposita sus huevos en cápsulas que cementa al sustrato. Castilla y Cancino (1976) describieron la conducta de postura de tales cápsulas. Otros aspectos conductuales de la especie, como desarrollo larvario y ciclos reproductivos, han sido analizados por Gallardo (1973), Castilla (1974), Ramorino (1975) y Avilés y Lozada (1975).

Hasta la fecha se conocen referencias aisladas sobre períodos de posturas de cápsulas por

*C. concholepas* en su medio natural o en condiciones de laboratorio, del mismo modo que los tamaños mínimos de las hembras ovopositoras. El presente trabajo entrega nuevos antecedentes sobre tales períodos y tamaños mínimos de hembras ovopositoras de *C. concholepas*. Además, se complementan resultados de Castilla y Cancino (1976) sobre la relación existente entre el tamaño de las hembras ovopositoras y la longitud promedio de las cápsulas depositadas por ellas.

## MATERIALES Y METODOS

Las observaciones sobre postura de cápsulas de *C. concholepas* en el laboratorio fueron realizadas diariamente entre enero de 1973 y enero 1978 en Santiago en un laboratorio con agua de mar recirculada. Las características de este laboratorio, sistema de recirculación, aireación y filtración del agua, temperatura e iluminación han sido descritos por Castilla y Cancino (1976). Durante los 5 años de observaciones en este laboratorio las condiciones fueron mantenidas como las descritas por los autores arriba mencionados, con leves modificaciones.

Los locos utilizados fueron recolectados en roqueríos intermareales y en cinturón de *Lessonia nigrescens* Bory de Punta El Lacho (Las Cruces): 33°30' S.; 71°38' W. y Los Molles: 32°15' S.; 71°33' W. y en roqueríos sublitorales de Reñaca (Valparaíso): 32°59' S.; 71°34' W. y Caleta Hornos: 29°37' S.; 71°20' W. Los locos, entre 14 y 110 mm longitud máxima del peristoma, fueron mantenidos en el laboratorio en acuarios de vidrio y alimentados diariamente con chorito maico *Perumytilus purpuratus* (Lamarck). Los locos fueron marcados sin dañar la concha. Se utilizaron números plastificados de 15 mm<sup>2</sup> (ZIP numbers) y el pegamento Decaphen, previo limpiado y secado

en la zona de la concha elegida para tal propósito. El marcaje demostró tener una duración sobre 12 meses de persistencia. Los locos se sexaron según Castilla (1974). Machos y hembras perfectamente identificados fueron mantenidos en acuarios en parejas o grupos máximos de 4 individuos. Las cápsulas fueron desprendidas de las paredes de los acuarios y medidas según Castilla y Cancino (1976). Todas las mediciones de conchas de locos se refieren a la longitud máxima del peristoma, tomada desde el borde más externo del canal sifonal.

Las observaciones sobre agrupamientos de locos (= maicillos) y posturas de cápsulas en la naturaleza fueron realizadas mensual o bimensualmente durante 1976 y 1977. En Los Molles estas observaciones se realizaron en roqueríos intermareales y en el cinturón de *L. nigrescens* de una zona abrupta y sin intervención humana, Peñones El Salto (Castilla y Bahamonde, 1979). Las observaciones sublitorales fueron realizadas en Caleta Hornos y Bahía La Herradura (Coquimbo): 29°58' S.; 71°22' W., en profundidades de 7 a 12 m. En el trabajo sublitoral se utilizó equipo de buceo autónomo (SCUBA) y tablilla para anotaciones submarinas (DuBois *et al.*, en prensa)

## RESULTADOS

### POSTURAS DE CAPSULAS

1. En el laboratorio: La Figura 1 muestra los resultados sobre postura de cápsulas de *C. concholepas* a lo largo de 5 años en el laboratorio de Santiago. Durante este período se observaron posturas prácticamente en todos los meses del año, con excepción del mes de octubre. Sin embargo, resultados adicionales

- no informados in extenso en este trabajo - obtenidos en un laboratorio con agua de mar recirculante en Reñaca (Valparaíso) indican posturas de cápsulas por *C. concholepas* también en el mes de octubre. La Figura 1 muestra además, que los períodos más intensos y repetitivos de postura de cápsulas, en la mayoría de los años analizados, comienzan en los meses de enero y

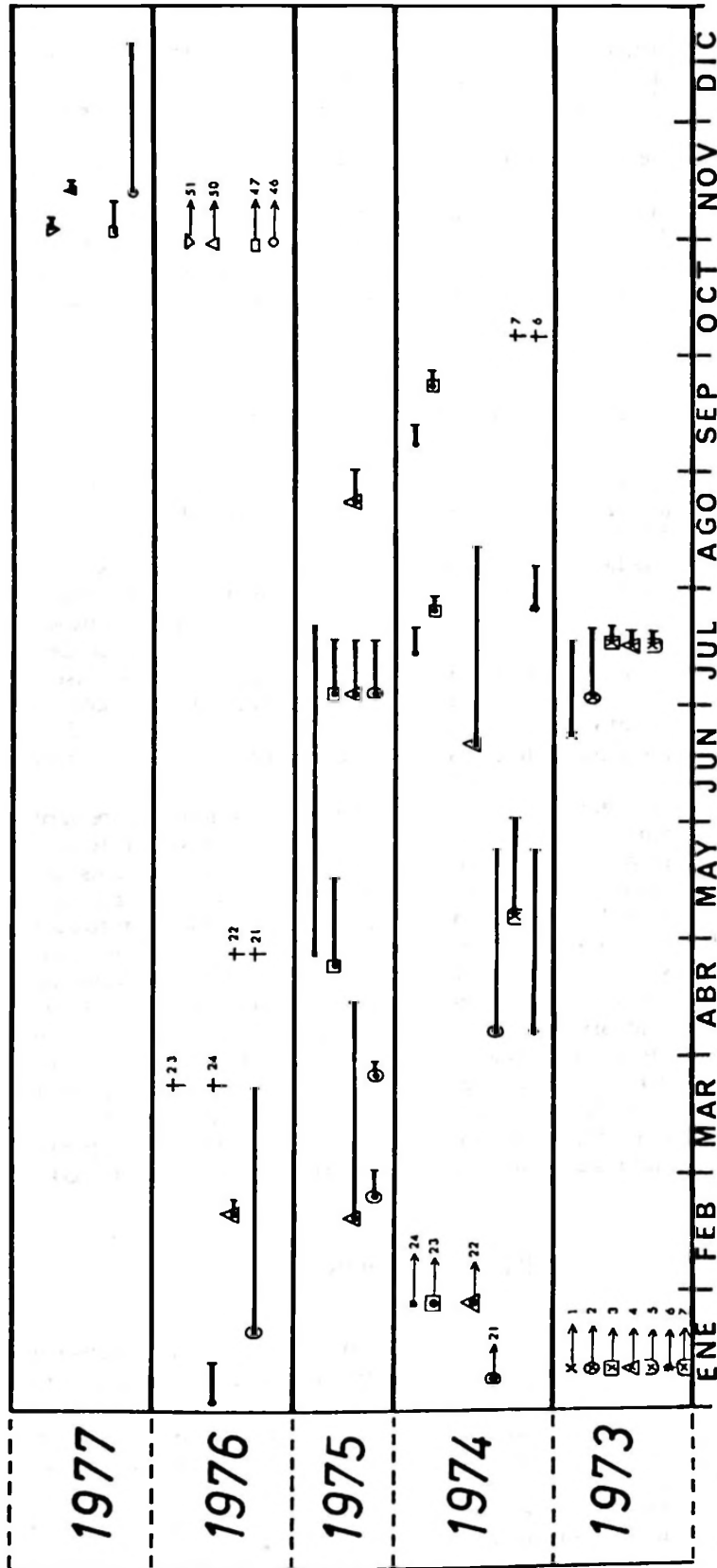


Fig. 1 *Concholepus concholepus*. Deposition de cápsulas en el laboratorio de 15 hembras (1973 - 1977). Origen de las flechas indica fecha de introducción al acuario. Cruces con números indican fallecimiento de hembra. Extensión de las barras indica ovoposiciones de la misma hembra en forma continuada o con detenciones menores de 30 días.

febrero y finalizan hacia el mes de julio.

2. En la naturaleza: La Figura 2 muestra las observaciones sobre las posturas de cápsulas de *C. concholepas* en la naturaleza durante los años 1976 y 1977. En esta Figura sólo se indican posturas masivas de locos de más de 0.25 m<sup>2</sup> de cápsulas, coexistentes con agrupaciones de locos (= maicillos). No se detectaron posturas masivas en el intermareal rocoso por sobre el límite superior del cinturón de *L. nigrescens*. En Caleta Hornos y Los Molles se

localizaron posturas masivas en el borde inferior del cinturón de *L. nigrescens*, a ca. 1-2 m de profundidad. En La Herradura y Caleta Hornos, donde se desarrollaron observaciones submarinas, se localizaron posturas masivas en roqueríos a 8 y 9 m de profundidad. Las primeras posturas se produjeron en el mes de enero y las últimas en julio. La mayor frecuencia de postura de cápsula se produjo entre los meses de febrero y mayo. Durante los restantes meses no se observaron posturas en las localidades trabajadas.

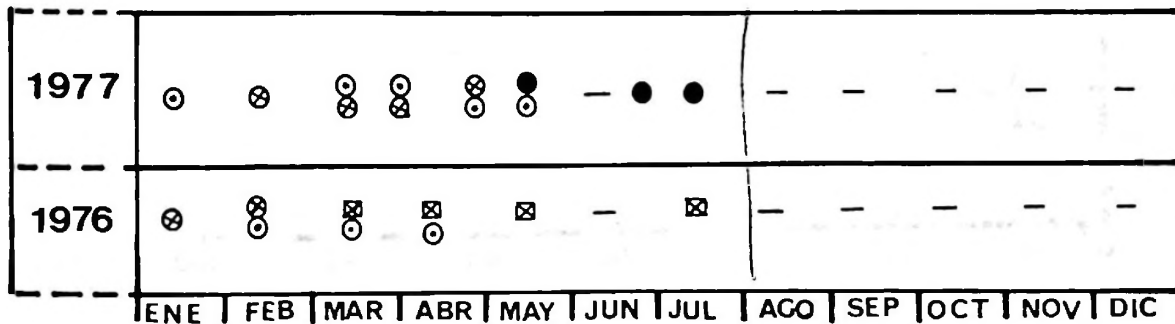


Fig. 2 *Concholepas concholepas*. Depositaciones masivas sublitorales de cápsulas en la naturaleza (> 0.25 m<sup>2</sup>), con existencia de agrupaciones de locos (= maicillos). ⊗ = Los Molles, 1 - 2 m; ⊕ = Caleta Hornos, 1 - 2 m; ⊙ = Caleta Hornos, 8 m; ● = La Herradura, 9 m; - = no se detectan posturas masivas.

TAMAÑOS DE LAS HEMBRAS Y DE LAS CAPSULAS DEPOSITADAS

La Figura 3 muestra los tamaños de las hembras de locos y los tamaños promedios de las cápsulas depositadas por ellas en el laboratorio de Santiago. Esta Figura fue construida agregando 3 observaciones nuevas (puntos más inferiores) a otra similar (puntos superiores) presentada por Castilla y Cancino (1976). Se muestra una relación lineal y di-

rectamente proporcional entre el tamaño de la hembra ovopositora y la longitud promedio de las cápsulas depositadas. La ecuación de regresión es:  $y = 4.27 + 0.13x$ , donde  $y$  = largo de cápsulas. Las tres nuevas hembras utilizadas para estas observaciones medían 40.1, 52.0 y 66.4 mm. Ellas fueron cruzadas con un loco macho de 46.6 mm. El período de postura activa de cápsulas de estas hembras se extendió entre noviembre 1977 y enero 1978.

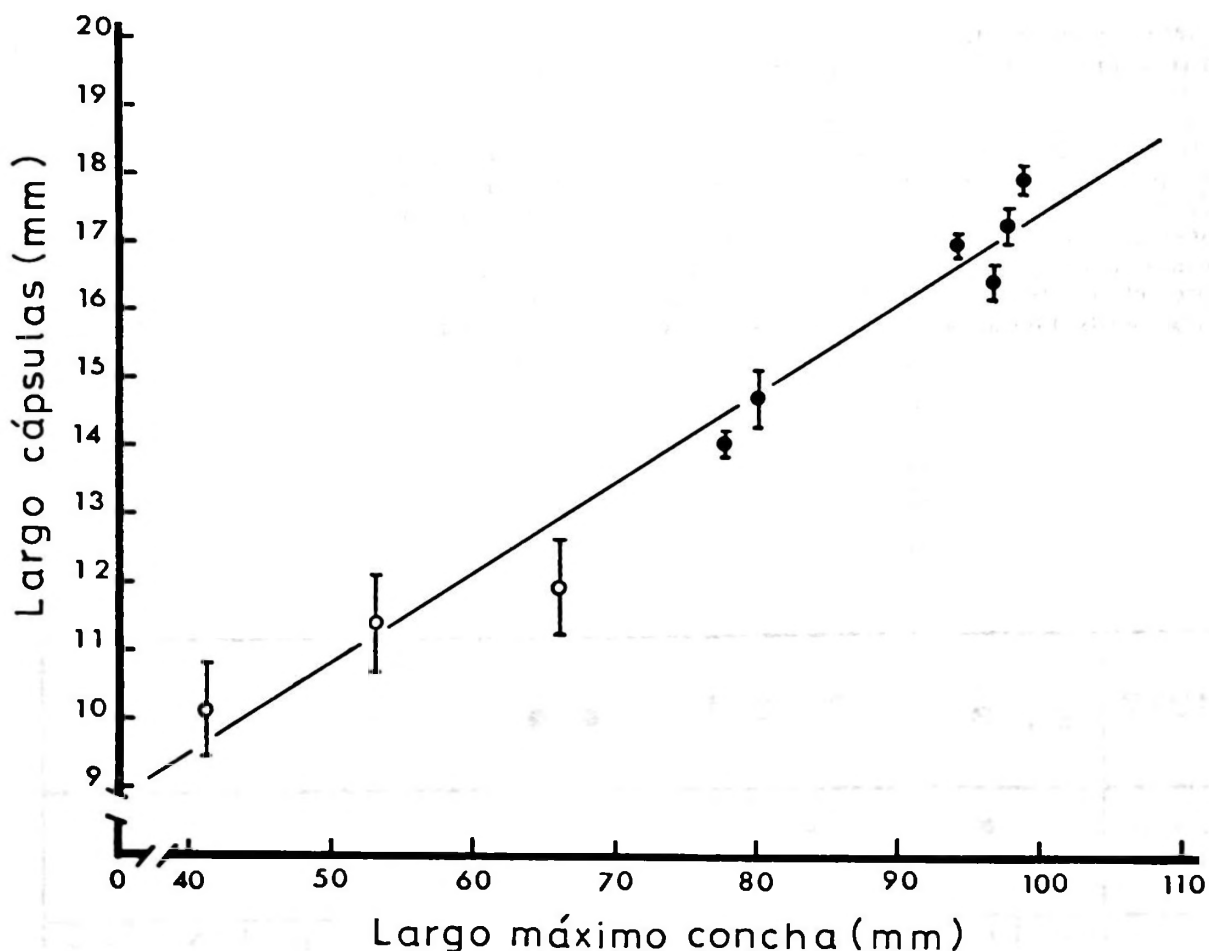


Fig. 3 *Concholepas concholepas*. Relación entre largos de conchas de hembras de locos y longitudes promedio de las cápsulas depositadas. Puntos llenos tomados de Castilla y Cancino 1976; puntos vacíos, observaciones del presente trabajo. Barras indican intervalos de confianza (95%) en torno a las medias. Ecuación de regresión:  $y = 4.27 + 0.13x$ , donde  $y$  = largo de cápsula.

## DISCUSION

Nuestros resultados sobre posturas masivas de cápsulas de *C. concholepas* en su medio natural y las posturas en el laboratorio son coincidentes respecto a que en ambas situaciones las máximas frecuencias se producen entre los meses de enero/febrero y mayo/julio. Esto está de acuerdo con los resultados de Ramorino (1975) sobre madurez gonadal de la especie. Dicho autor señala que la gran mayoría de las hembras de *C. concholepas* están en condiciones de que sus óvulos sean fecundados entre diciembre y junio. Sin embargo el autor señala que a lo menos 10-30% de las hembras también presentan tal condición durante el resto del año. Esto explica nuestros hallazgos sobre posturas

en el laboratorio durante prácticamente todo el año. Ramorino (1975) también encuentra, en poblaciones naturales de *C. concholepas* en Valparaíso, posturas a lo largo de todo el año y mayores frecuencias entre febrero y mayo. Gallardo (1973) comunica recolecta de cápsulas de *C. concholepas* en Bahía de Mehuín (Valdivia) entre noviembre y febrero en la zona intermareal.

Los nuevos resultados sobre la relación entre el tamaño promedio de las cápsulas depositadas y el tamaño de las hembras ovopositoras son importantes por dos razones: a) una de las 3 nuevas hembras incluidas en la Figura 3 (punto más inferior) presenta el tamaño mínimo de hembra ovo-

positora de *C. concholepas* comunicado a esta fecha (= 40.1 mm). Castilla y Cancino (1976) y Lozada *et al.* (1976) habían comunicado tamaños mínimos superiores para hembras ovopositoras de la especie. b) Los nuevos antecedentes confirman la proposición de Castilla y Cancino (1976) sobre la existencia de una relación lineal y directamente proporcional entre el tamaño de la hembra ovopositora y la longitud promedio de las cápsulas depositadas. El test de "t" aplicado a la pendiente comunicada por Castilla y Cancino (1976) y la presentada en este trabajo;  $t = 0.854$  para 11 grados de libertad; demuestra que ambas pendientes no son significativamente diferentes.

La información presentada en este trabajo permite clarificar con suficiente acuciosidad la posible época de protección del recurso *C. concholepas* para las regiones analizadas. En efecto, con los resultados presentados es ahora más fácil localizar posturas masivas y en base a las distintas orientaciones de las cápsulas depositadas por distintas hembras (Ramorino, 1975) y a la ecuación entre longitud de las cápsulas y tamaño de las hem-

bras, identificar los grupos poblacionales de *C. concholepas* que inciden mayoritariamente en la postura de cápsulas. Estos son elementos científicos que permitirán fijar posibles épocas de protección y/o tamaños mínimos de extracción de la especie.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por los Proyectos de la Dirección de Investigación de la Universidad Católica de Chile 5/72 y 42/76 y la Fundación Chile (Case 402-C). Se agradece muy sinceramente la colaboración en laboratorio y terreno de Juan Cancino, Chita Guisado, Random DuBois, Roberto Cacciolatto y Dorothy Hogg. Fundación Chile hizo posible la presentación de este trabajo al Simposio sobre *Concholepas concholepas*, Montemar, Chile.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AVILES, S. y E. LOZADA. 1975. Estudio histológico del ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* (Bruguière 1789) en Punta Saliente. Coquimbo. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 64 : 207 -218.
- CASTILLA, J.C. 1974. Notes on mating behaviour of *Concholepas concholepas* (Mollusca:Gastropoda:Muricidae) from Chile. Veliger 16 (3) : 291 - 292.
- 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. e I. BAHAMONDES. 1979. Observaciones conductuales y ecológicas en *Lutra felina* (Carnivora: Mustelidae) en las zonas Central y Centro-Norte de Chile. Archivos de Biología y Medicina Experimental 12 : 119 - 132.
- DUBOIS, R.; J.C. CASTILLA; R. CACCIOLATTO. Sublitoral observations in the behaviour of the Chilean "loco"; *Concholepas concholepas* (Mollusca:Gastropoda:Muricidae). Veliger (en prensa).
- GALLARDO, C. 1973. Desarrollo intracapsular de *Concholepas concholepas* (Bruguière) (Gastropoda:Mollusca:Muricidae). Publicaciones Ocasionales del Museo de Historia Natural, Santiago, Chile 16 : 3 - 16.
- LOZADA, E.; M.T. LOPEZ; R. DESQUEYROUX. 1976. Aspectos ecológicos de poblaciones chilenas de loco *Concholepas concholepas* (Bruguière, Gastropoda, Muricidae). Biología Pesquera, Chile 8 : 5 - 29.
- RAMORINO, L. 1975. Ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* en la zona de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso 15 (2) : 149 - 165.





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 serpulidos 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>Concholepas concholepas</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. algosus*. 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. algosus*).

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

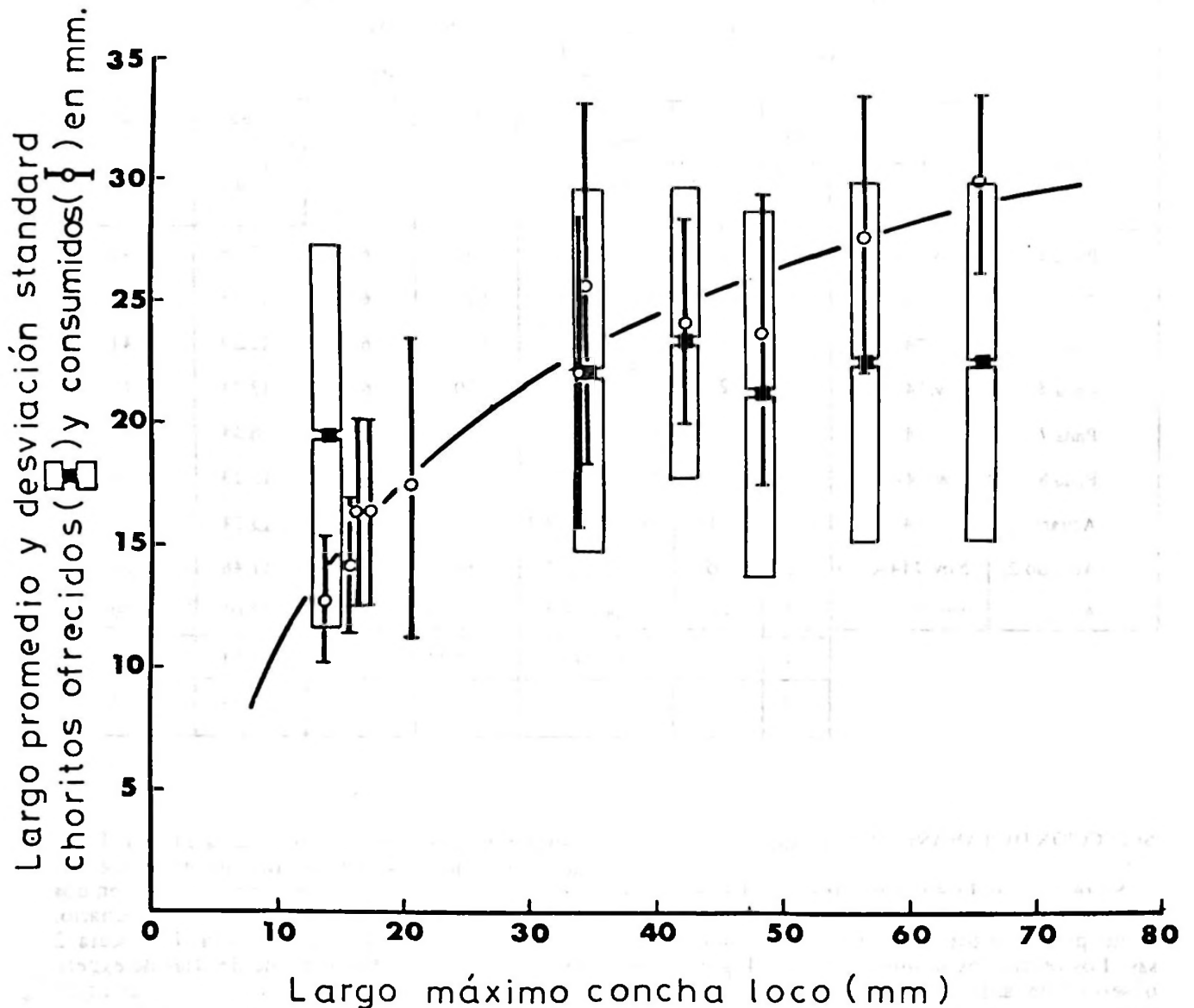


Fig. 1 *Concholepas concholepas*. Selección de tamaños de presas, *Perumytilus purpuratus*, en el laboratorio de Santiago. Locos recolectados en la zona Intermareal y cinturón de *Lessonia nigrescens*. Ecuación de la curva :  $y = 9.867 \ln x - 12.061$ ;  $y =$  tamaño de presa,  $r = 0.97$ .

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.

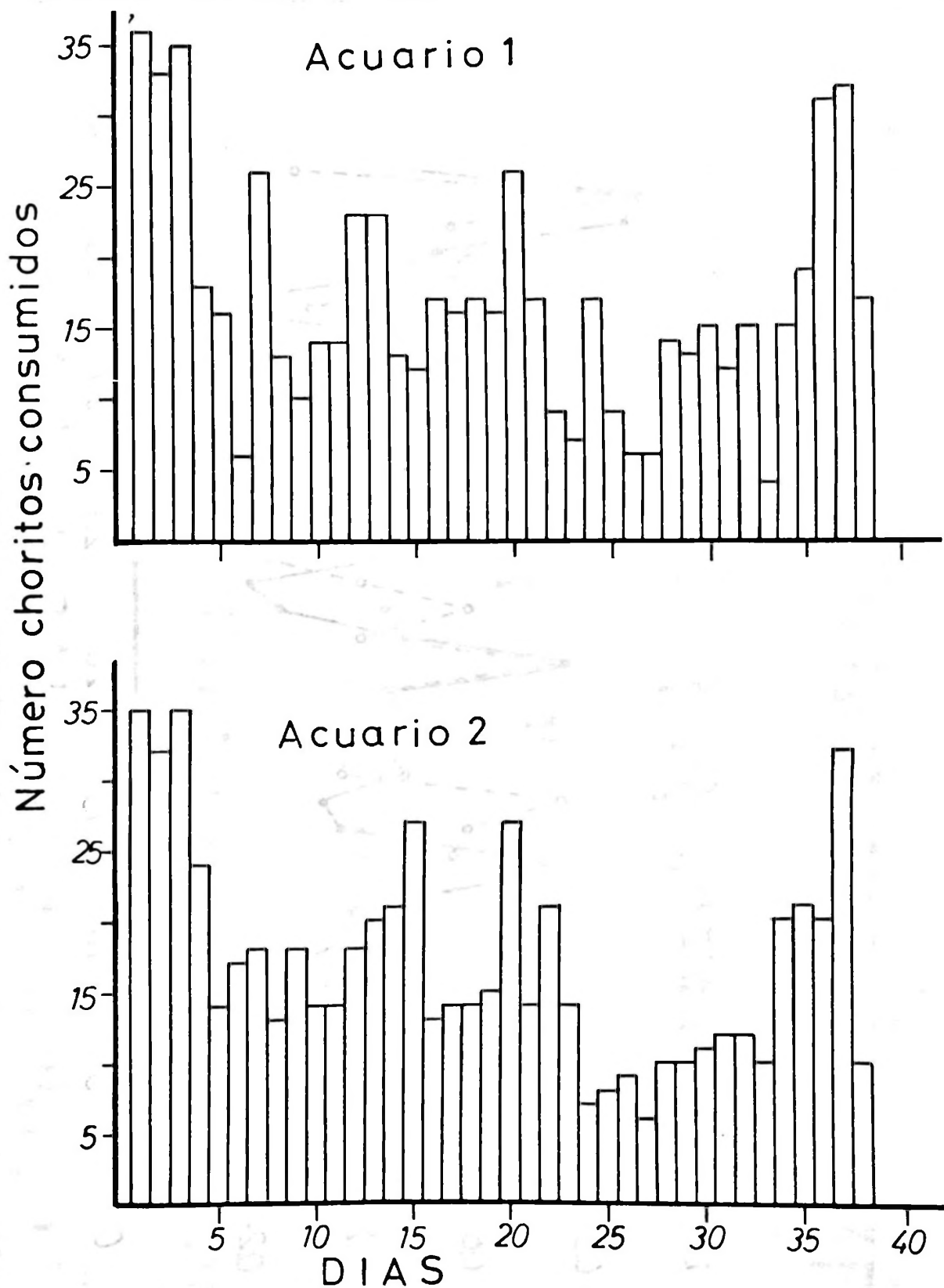


Fig. 2 *Concholepas concholepas*. Número de *Perumytilus purpuratus* consumidos en dos experimentos simultáneos de 38 días (Marzo y Abril 1973) en el laboratorio de Reñaca. Acuarios de vidrio de 10 l, con 10 locos en cada uno (60 - 90 mm) y oferta de 35 presas mantenida constante por reemplazo cada 24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

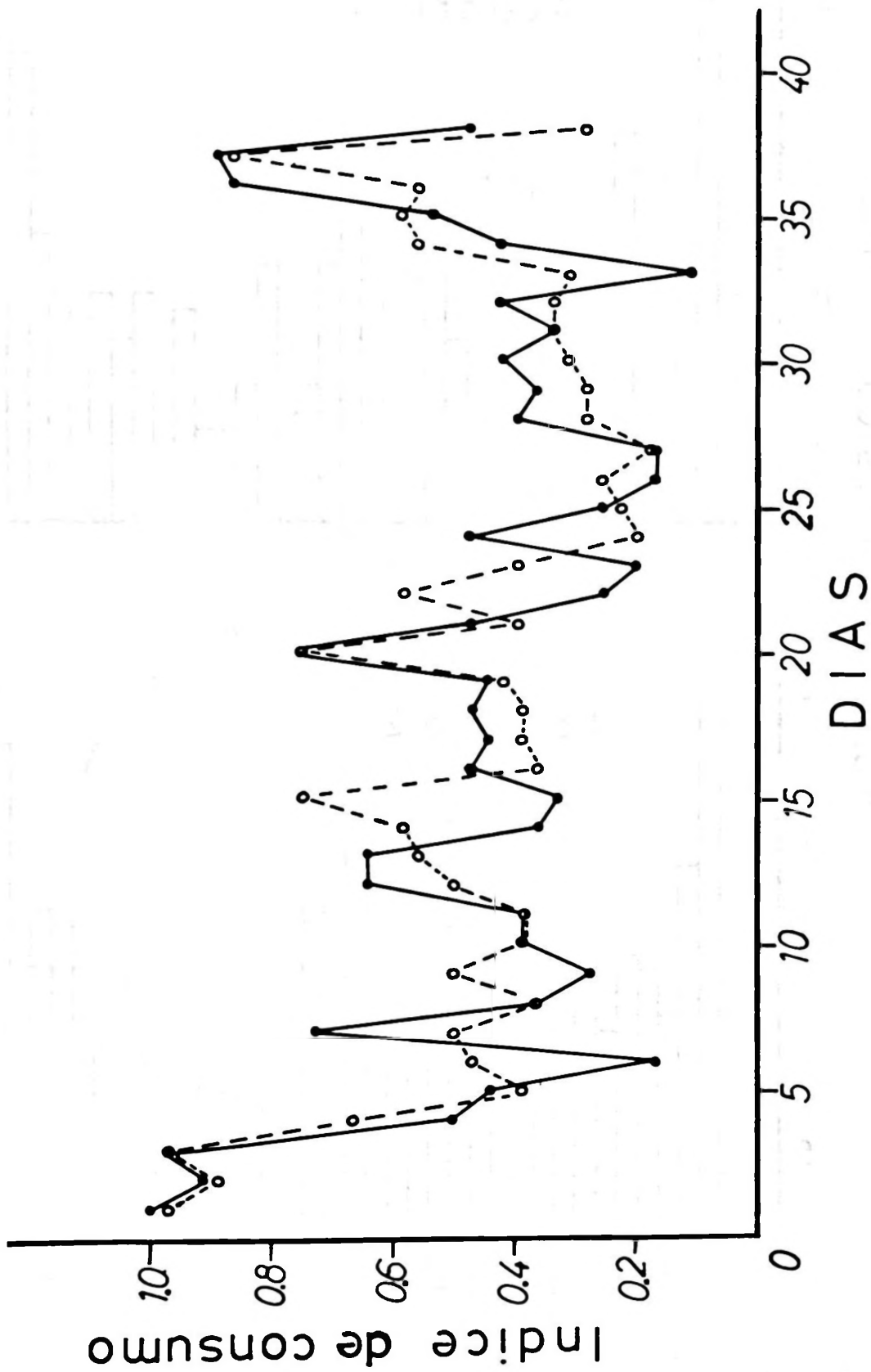


Fig. 3 *Concholepas concholepas*. Índices de consumo diario de *Perumytilus purpuratus* en dos experimentos simultáneos de 38 días (datos tomados de la Figura 2). Valor máximo día Índice = 1, significa consumo de las 35 presas por 10 locos de un acuario en 24 h.

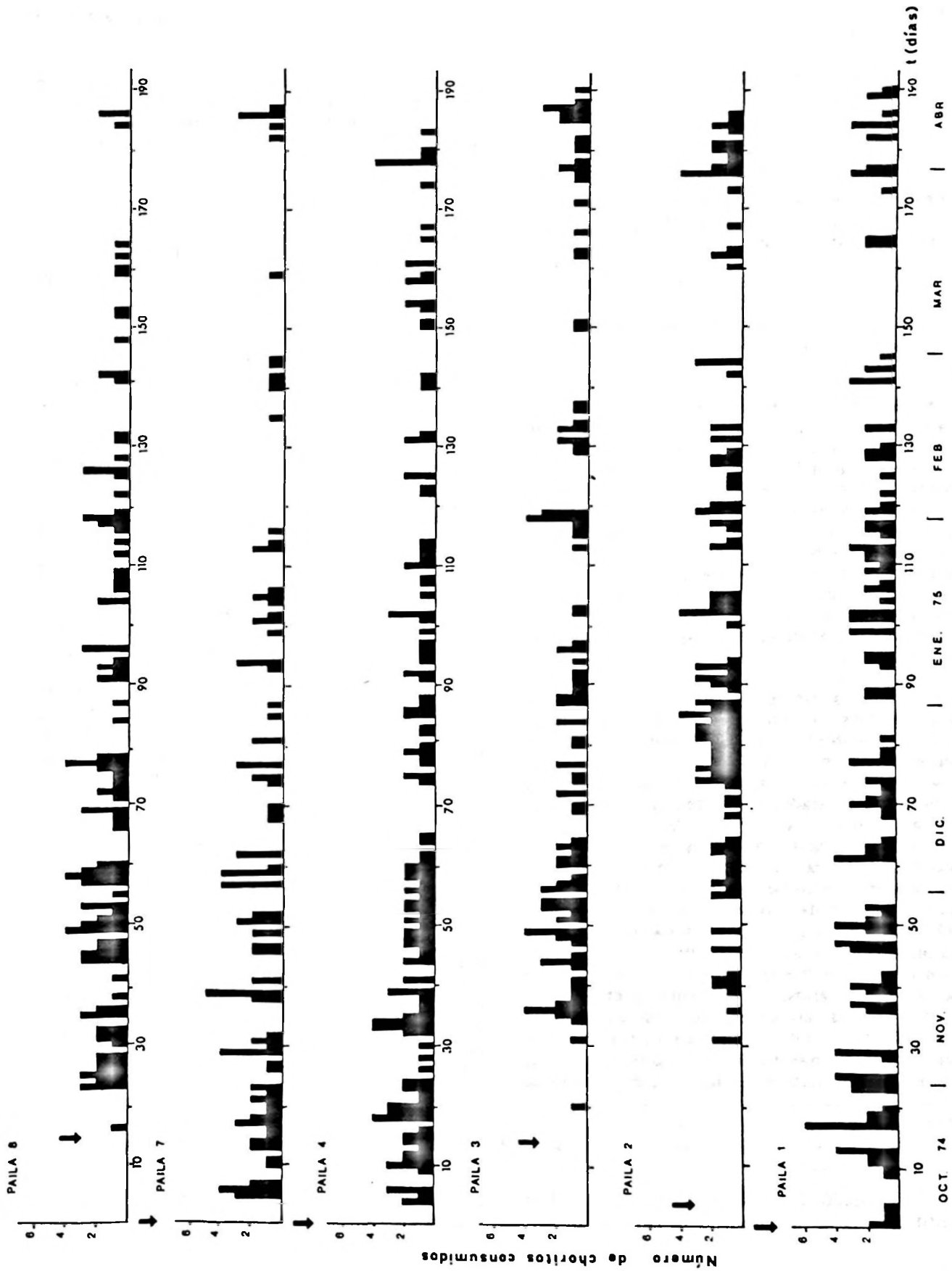


Fig. 4 *Concholepas concholepas*. Consumo diario de *Perumytilus purpuratus* por 6 locos (88 x 96 mm) durante ex tensos períodos de tiempo en el laboratorio de Santiago.

#### 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.
- FREITER, 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.

PRINCIPALES DEPRADADORES DE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*  
(MOLLUSCA : GASTROPODA : MURICIDAE)  
Y OBSERVACIONES PRELIMINARES  
SOBRE MECANISMOS CONDUCTUALES DE ESCAPE Y DEFENSA

J.C. Castilla y J. Cancino \*

RESUMEN

*Concholepas concholepas* (Bruguière), loco, es depredado en la costa central de Chile por numerosas especies de invertebrados y vertebrados marinos. Se tienen evidencias directas de depredación en las poblaciones intermareales y sublitorales de loco por parte de los asteroideos *Meyenaster gelatinosus* y *Heliaster helianthus*; de los crustáceos *Homalaspis plana* y *Cancer plebejus*; de las aves *Larus dominicanus* y *Haematopus ater* y de los mamíferos *Lutra felina* y *Otaria flavescens*.

*C. concholepas* muestra 5 conductas de escape y/o defensa frente a sus depredadores: 1. Fuerte adhesión al sustrato ante estímulos mecánicos y químicos provenientes de asteroideos; 2. Adhesión al sustrato (1ª fase) y desprendimiento (2ª fase), ante estímulos mecánicos; 3. Desprendimiento espontáneo, en poblaciones sublitorales, ante la presencia de buzos; 4. Elevación y rotación de la concha en presencia de *M. gelatinosus*; y 5. Fuga frente a *H. helianthus*. Esta última conducta sólo la presentan locos de tamaños pequeños, menores de ca. 40 mm longitud máxima de peristoma.

MAIN PREDATORS OF *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*  
(MOLLUSCA : GASTROPODA : MURICIDAE)  
AND PRELIMINARY OBSERVATIONS  
ABOUT BEHAVIOURAL MECHANISMS OF ESCAPE AND DEFENSE

ABSTRACT

Several species of marine invertebrates and vertebrates prey upon the muricid *Concholepas concholepas* (Bruguière). Our evidence shows predation on intertidal and subtidal populations of *C. concholepas* by: asteroids: *Meyenaster gelatinosus* and *Heliaster helianthus*; crustaceans: *Homalaspis plana* and *Cancer plebejus*; birds: *Larus dominicanus* and *Haematopus ater* and mammals: *Lutra felina* and *Otaria flavescens*.

*C. concholepas* shows five kinds of escape and/or defensive response when confronted with its predators: 1. Clamp down on the substratum (under mechanical or asteroids chemical stimulus). 2. Clamp down (1st. phase) and falling down (2nd. phase), under mechanical stimulus. 3. Spontaneous falling down, under divers presence. 4. Rising and spinning of the shell, when confronted to *M. gelatinosus*. 5. Running escape, which is shown only by small intertidal individuals (ca. < 40 mm.) when confronted to adult *H. helianthus*.

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



## INTRODUCCION

*Concholepas concholepas* (Bruguière) conocido en Chile como loco, es un carnívoro que se alimenta fundamentalmente de invertebrados filtradores, i.e. cirripedios, tunicados, bivalvos (Castilla y Cancino, 1976; Castilla *et al.*, 1979). A su vez este carnívoro es depredado activamente por el hombre y por vertebrados e invertebrados marinos (Viviani, 1975; Dayton *et al.*, 1977; Castilla y Bahamondes, 1979; DuBois *et al.*, en prensa; Bahamondes y Castilla, *in litteris*; Castilla, *in litteris*).

Es conocido que los moluscos gastrópodos presentan diversas conductas de escape frente a los asteroídeos por los que son depredados (Hoffman, 1930; Bullock, 1953; Kohn, 1961; Feder, 1963; Margolin, 1964; Montgomery, 1967; Mauzey *et al.*, 1968; Dayton *et al.*, 1977). Recientemente se han

encontrado en gastrópodos respuestas de escape inducidas por gastrópodos carnívoros (Clark, 1958; Robertson, 1961; Peters, 1964; Gonor, 1965 y 1966; Kohn y Waters, 1966) y en especies caníbales la respuesta de escape puede manifestarse incluso frente a individuos de la misma especie (Snyder y Snyder, 1971). Las únicas referencias existentes en la literatura en relación al comportamiento de *C. concholepas* frente a sus depredadores corresponden a Viviani (1975); Dayton *et al.* (1977) y DuBois *et al.* (en prensa). Los dos primeros autores se refieren a experimentos en pozas intermareales y el último a las poblaciones sublitorales de loco.

Este trabajo resume la información sobre los principales depredadores del loco en poblaciones intermareales y sublitorales y describe observaciones sobre sus conductas de escape.

## MATERIALES Y METODOS

Las observaciones de depredadores y conductas de escape del loco en poblaciones intermareales fueron realizadas durante los años 1976 y 1977, en las localidades de Los Molles: 32°15' S.; 71°33' W., Caleta Hornos: 29°37' S.; 71°20' W. y Punta El Lacho: 33°30' S.; 71°38' W. Las observaciones sublitorales, realizadas por buceo autónomo, provienen de Bahía La Herradura (Coquimbo) : 29°58' S.; 71°22' W. y Caleta Hornos. La determinación del porcentaje de locos que se desprende después de un estímulo mecánico, fue realizada en Los Molles (diciembre 1977) golpeando el ápice de la concha del loco con un "chope", herramienta de hierro usada para desprender locos.

El comportamiento de *C. concholepas* frente al sol de mar *Heliaster helianthus* (Lamarck) fue observado en plataformas rocosas (45° - 70° de inclinación) de pozas intermareales, con y sin renovación constante de agua, durante marea baja en

Punta El Lacho (marzo 1978). Los locos fueron recolectados en la zona intermareal bajo piedras y grietas, momentos antes del experimento. Cinco minutos después que los locos fueron situados sobre el sustrato elegido, se colocaron dos *H. helianthus* (250 - 300 mm de diámetro) frente a cada grupo experimental de 6 a 7 locos, midiendo - después de 10 minutos - la distancia recorrida por cada loco. Simultáneamente se realizaron controles con grupos de locos sin la presencia de *H. helianthus*. Se totalizaron 67 réplicas experimentales y controles con locos entre 9 y 84.3 mm de longitud máxima de peristoma.

Las observaciones en Santiago se realizaron con locos mantenidos en acuarios de vidrio en un laboratorio con agua de mar recirculada como el descrito por Castilla y Cancino (1976). Los tamaños de *C. concholepas* mencionados en el texto se refieren a la longitud máxima del peristoma, medida desde el borde más externo del canal sifonal.

## RESULTADOS

### A. DEPREDADORES

Las observaciones directas de los autores, y las debidamente documentadas en la literatura,

indican a las siguientes especies como depredadores del loco en poblaciones naturales intermareales y sublitorales:

1. *Lutra felina* (Molina). Mamífero marino-te-

restre conocido con los nombres comunes de chungungo, nutria de mar o chinchimen; depreda poblaciones intermareales de loco o poblaciones localizadas en el cinturón de *Lessonia nigrescens* (Bory) o sublitorales (zona inmediatamente por debajo del cinturón de *L. nigrescens*).

Castilla y Bahamondes (1979) estudiaron los restos de conchas en madrigueras litorales de chungungo, estableciendo que para la zona de Los Molles la depredación se centra en locos de 22.4 a 110 mm, con una media de 75.7 mm. Conchas encontradas en madrigueras de la localidad de Yerbas Buenas: 29°32' S.; 71°15' W. mostraron una media de 46 mm. *C. concholepas* representa el 39.84% de las conchas encontradas en las madrigueras de Los Molles y sólo el 15.38% en las de Yerbas Buenas.

2. Aves marinas. Al menos 2 especies de aves marinas. *Larus dominicanus* Lichtenstein (gaviota común) y *Haematopus ater* Vieillot y Oudart (pilpilén) depredan poblaciones intermareales de *C. concholepas*. Bahamondes y Castilla (*in litteris*) han estudiado restos de conchales en roqueríos altos (20 m sobre el nivel del mar) que sirven de posaderos y comederos de las mencionadas aves. Los resultados indican que *C. concholepas*, junto a otros moluscos marinos intermareales, son depredados por dichas aves; el tamaño promedio de las conchas de loco encontradas es de 48.3 mm (s = 9.3). *C. concholepas* representa ca. el 24% del total de conchas encontradas en los posaderos o comederos de estas aves.

3. Asteroídeos. Dos especies de estrellas de mar. *Meyenaster gelatinosus* (Meyen) y *H. helianthus* han sido observadas depredando sobre *C. concholepas*. La primera lo hace principalmente en poblaciones sublitorales (Dayton *et al.*, 1977; DuBois *et al.*, en prensa) y la segunda, en poblaciones intermareales (Castilla, *in litteris*). Ambas especies montan sobre el loco envolviéndolo completamente y venciendo su adhesión al sustrato. Acto seguido estos asteroídeos lo manipulan con el fin de aplicar sus cavidades bucales contra el pie del molusco, produciéndose así la digestión de las partes blandas. En 250 observaciones sobre presas consumidas por *H. helianthus*, sólo en dos oportunidades lo hemos encontrado depredando *C. concholepas*. En ambas ocasiones la observación fue realizada en la zona intermareal con marea baja y los locos estaban en

un avanzado estado de digestión (Los Molles, 23 y 24 de octubre 1976; *H. helianthus* de 190 y 210 mm de diámetro; locos de 60 y 100 mm respectivamente). Dayton *et al.* (1977), en un estudio de la estrella *M. gelatinosus* en el sublitoral entre Montemar (Valparaíso) y Golfo Corcovado (Aysén), encontraron 434 de estas estrellas ingiriendo alimento; sólo 6 fueron observadas depredando *C. concholepas* (1.38%).

4. Crustáceos. Las jaibas *Homalaspis plana* (Milne Edwards) (jaiba mora) y *Cancer plebejus* Poepig (jaiba reina) han sido observadas en el sublitoral en proceso de devorar locos. No hay evidencia directa si esos locos se habían desprendido de las rocas (Véase mecanismo de escape más adelante), estaban en malas condiciones fisiológicas o fueron activamente desprendidos por las jaibas. El camarón *Rhynchocinetes typus* Milne Edwards ha sido también observado depredando locos almacenados en "chinguillos" en Bahía La Herradura y Caleta Hornos.
5. Otros. En una oportunidad se encontró evidencia de canibalismo en *C. concholepas* en la naturaleza (Castilla *et al.*, 1979). El canibalismo ha sido observado también en el laboratorio e inducido experimentalmente hambreado locos.

No conocemos evidencias directas de que otros invertebrados depreden locos; pero es posible que caracoles como *Crassilabrum crassilabrum* (Sowerby) y *Acanthina* sp. consuman ejemplares pequeños de *C. concholepas* en la zona intermareal.

Entre los vertebrados, Viviani (1975) menciona como depredadores del loco a dos peces: *Pimelotopon maculatus* (Pérez) (pejeperro) y *Sicyases sanguineus* Müller y Troschel (pejesapo). Análisis de contenidos estomacales de numerosos ejemplares de esta última especie, capturados en el intermareal de Los Molles, no mostraron la presencia de locos en la dieta (Cancino y Castilla, en preparación). Paine (1978) analizó contenidos estomacales de 48 pejesapos y sólo en uno de ellos encontró cápsulas de huevos de loco. Es posible que poblaciones sublitorales de pejesapo depreden locos.

*C. concholepas* ha sido encontrado en contenidos estomacales de *Otaria flavescens* Shaw (Lobo marino común) (Aguayo y Maturana, 1973).

#### B. MECANISMOS DE DEFENSA O ESCAPE.

Los mecanismos conductuales de defensa o

los escape detectados en *C. concholepas* son de 5 tipos (ver Figura 1):

1. Adhesión al sustrato. A pesar de que no existen mediciones sobre el particular, la adhesión del pie al sustrato duro, liso o con irre-

gularidades, es poderosa. Una vez que el animal recibe un estímulo mecánico sobre su concha o pie se adhiere firmemente al sustrato, resultando muy difícil desprenderlo. Para ello es necesario utilizar "chopes". No se conoce con exactitud el mecanismo

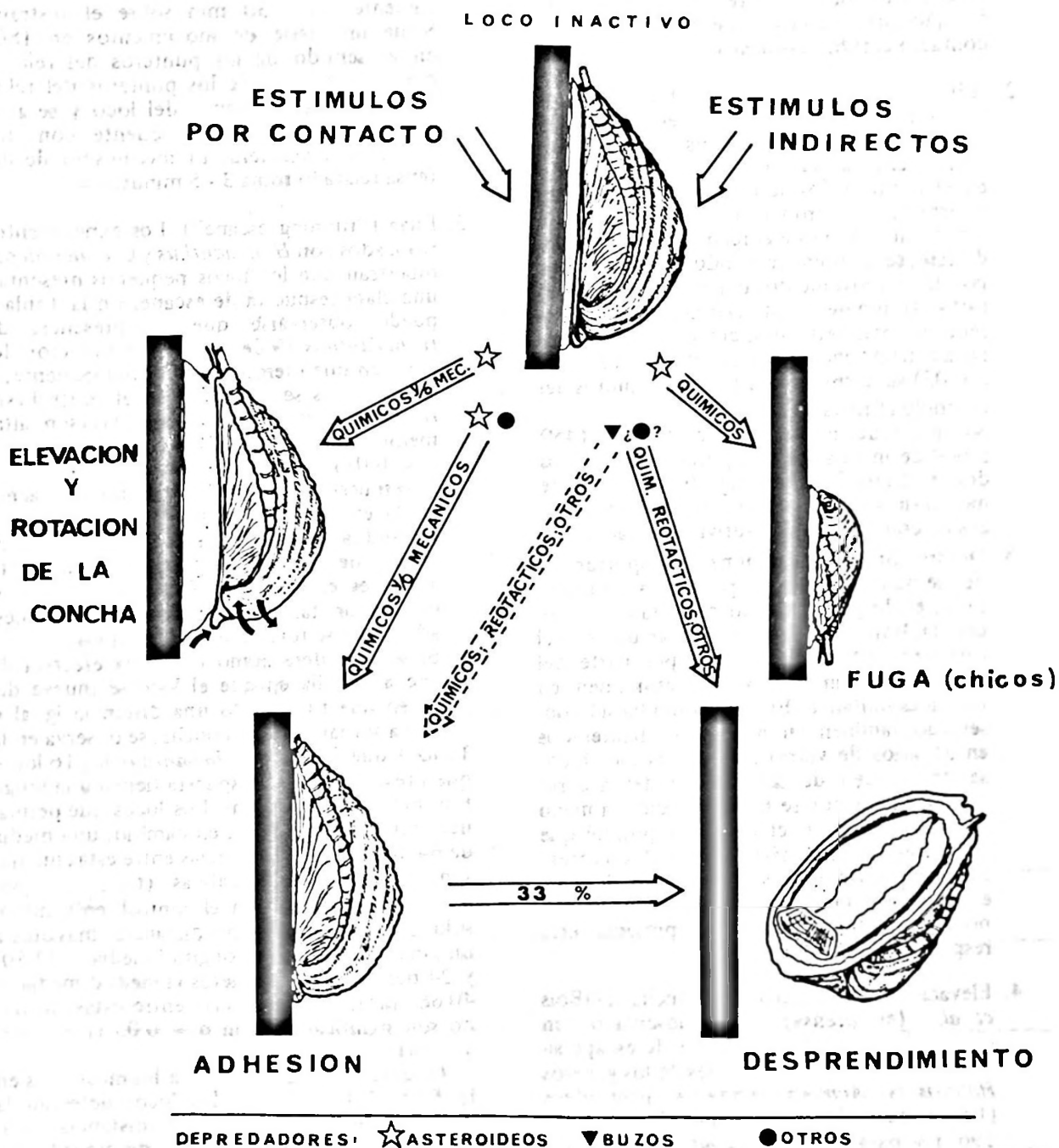


Fig. 1 *Concholepas concholepas*. Mecanismos conductuales de escape frente a estímulos directos (por contacto) o indirectos (a distancia) provenientes de sus principales depredadores.



de adhesión, pero es posible que se trate de mecanismos similares al de otros gastrópodos (Hyman, 1967), esto es, la utilización de sistemas de vacío entre el pie muscular y el sustrato. Este mecanismo de defensa de *C. concholepas* ha sido observado por Dayton *et al.* (1977) frente a *M. gelatinosus* en experimentos en pozas intermareales, y por nosotros en locos mayores de 40 - 50 mm de tamaño que se ponen experimentalmente en contacto con *H. helianthus*.

2. Adhesión y desprendimiento. Los estímulos mecánicos sobre la concha del loco hacen que éste se adhiera, en una primera fase, fuertemente al sustrato, como fue descrito en el punto 1 (Adhesión). Pero en la zona intermareal - y probablemente también en el sublitoral - algunos ejemplares, en una segunda fase, se desprenden siendo arrastrados por las olas o movimientos del agua. De 63 locos (40 - 70 mm de longitud) ubicados sobre paredes rocosas verticales, cuya concha fue tocada con un "chope", ca. el 33% ( $\pm 12.7\%$ ,  $\alpha 0.05$ ) se desprendió a los 2 - 3 minutos del estímulo (Figura 1).

Sobre paredes no totalmente verticales (45° a 60° de inclinación), el porcentaje de locos desprendidos fue muy bajo (0 - 5%). Este mecanismo ha sido observado también en locos en condiciones de cautividad en acuarios.

3. Desprendimiento. En numerosas oportunidades se ha observado, en poblaciones sublitorales, el desprendimiento espontáneo de locos. DuBois *et al.* (en prensa) han descrito el caso. Sin estímulo aparente por parte del buzo, varios individuos se desprenden en forma espontánea. El mecanismo ha sido observado también en individuos mantenidos en acuarios de vidrio en Santiago; los locos se desprenden de las paredes del acuario poco después que se ha introducido la mano del observador en el agua. Es posible que mecanismos quimiotácticos, visuales o receptores de movimientos o corrientes de agua estén involucrados. No se ha evaluado qué porcentaje de la población presenta esta respuesta.

4. Elevación y rotación de la concha. DuBois *et al.* (en prensa) han observado en *C. concholepas* un mecanismo de escape similar al descrito para especies de los géneros *Haliotis* y *Acmaea* frente a asteroideos (Feder, 1963; Margolin, 1964; Montgomery, 1967) y para *Melagraphia althiops* frente a *Lepsia haustrum* (Clark, 1958). Las observa-

ciones de DuBois *et al.* (en prensa) están basadas en el ataque de *M. gelatinosus* a locos en el sublitoral. La estrella monta al loco enfrentando con su cavidad bucal el ápice de la concha. *C. concholepas* no presenta ninguna actividad durante el proceso de montaje. Luego que la estrella está adherida sobre el loco, éste levanta su concha bruscamente 20 - 30 mm sobre el sustrato. Sigue una serie de movimientos en 180° en el sentido de los punteros del reloj y contra el sentido de los punteros del reloj. La estrella se desprende del loco y se aleja sin que actualmente se cuente con una explicación valedera. El mecanismo de defensa relatado toma 3 - 5 minutos.

5. Fuga ("running escape"). Los experimentos realizados con *H. helianthus* y *C. concholepas* muestran que los locos pequeños presentan una clara respuesta de escape. En la Tabla 1 puede observarse que en presencia de *H. helianthus* 19 de 26 locos se movieron del lugar en que fueron puestos originalmente, y sólo 4 locos se movieron en el control (sin *H. helianthus*). Estas diferencias son altamente significativas ( $\chi^2_{obs} = 16.65$ ;  $\delta = 1$ ;  $P < 0.01$ ). La Tabla 1 muestra además que la respuesta de escape es mucho más acentuada en los locos menores de 43 mm, observándose durante el período de experimentación, de 10 min, desplazamiento de hasta 17 veces el largo de la concha. Los locos de mayor tamaño permanecen inmóviles, adhiriéndose fuertemente al sustrato.

Si se considera como respuesta efectiva de escape a aquella en que el loco se mueve del lugar en que fue puesto una distancia igual o mayor a un largo de su concha, se observa en la Tabla 1 que frente a *H. helianthus* los 16 locos que presentaron esta respuesta tienen una longitud media de 22.86 mm. Los locos que permanecieron quietos tienen, en cambio, una media de 64.40 mm. Las diferencias entre estas medias son altamente significativas ( $t_{obs} = 7.69$ ;  $\delta = 24$ ;  $P < 0.01$ ). En el control, en cambio, sólo 2 locos se movieron distancias mayores a un largo de su concha (longitud media = 32,50) y 24 permanecieron quietos (longitud media = 40.68 mm); las diferencias entre estas medias no son significativas con  $\alpha = 0.05$  ( $t = 0.47$ ;  $\delta = 24$ ).

Observaciones adicionales a las mostradas en la Tabla 1 indican que los locos detectan la presencia de *H. helianthus* a una distancia máxima de 80 - 100 mm. La fuga no ocurre si los locos se encuentran protegidos en grietas.

TABLA 1

*CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS.*  
 DESPLAZAMIENTOS (RUNNING ESCAPE) EN POZAS INTERMAREALES  
 EN PRESENCIA (= EXPERIMENTO) Y EN AUSENCIA (= CONTROL) DEL  
 DEPREDADOR *HELIASTER HELIANTHUS*. PUNTA EL LACHO, MARZO 1978  
 (\*) = desplazamiento efectivo del loco de una distancia igual o mayor a un largo de su concha.

EXPERIMENTO			CONTROL	
Nº de réplicas	Longitud loco (mm)	Movimiento (Nº veces longitud concha)	Longitud loco (mm)	Movimiento (Nº veces longitud concha)
4	9.0	15.41	15.2	0.00
3	13.1	11.20	15.2	0.00
4	15.2	14.25	18.3	0.00
1	15.3	17.43	18.0	0.00
4	18.3	7.58	25.9	0.51
3	18.7	14.26	18.3	0.00
2	21.6	13.89	18.2	0.00
3	23.1	5.77	25.9	0.51
2	24.6	11.38	24.6	4.07
1	24.8	9.41	25.0	0.00
4	25.9	8.03	27.0	0.00
3	26.0	12.82	27.0	0.00
1	26.4	10.86	29.3	0.00
4	27.0	9.31	37.4	0.00
2	33.5	5.97	33.5	0.00
3	38.1	0.17	37.4	0.00
1	38.7	0.00	38.7	0.00
2	43.3	4.16	40.4	3.95
3	46.9	0.00	49.5	0.00
4	49.5	0.53	49.5	0.00
1	67.2	0.00	65.7	0.00
2	74.4	0.00	71.2	0.00
4	80.0	0.00	80.0	0.00
3	81.1	0.00	80.0	0.00
1	83.8	0.88	83.0	0.00
2	84.3	0.00	87.0	0.00
<b>TOTAL</b>	n = 26 x = 38.84 (s = 24.24)		n = 26 x = 40.05 (s = 23.30)	
<b>Desplazamiento efectivo (*)</b>	n = 16 x = 22.86 (s = 8.28)		n = 2 x = 32.50 (s = 11.17)	
<b>Quietos</b>	n = 10 x = 64.40 (s = 19.10)		n = 24 x = 40.68 (s = 24.07)	

## DISCUSION

Las observaciones directas indican que *C. concholepas* forman parte de la dieta de numerosas especies de vertebrados (aves, mamíferos y peces) e invertebrados marinos (asteroideos, crustáceos y moluscos). No existen estudios que hayan evaluado el aporte energético de *C. concholepas* en la dieta de estas especies. Las únicas evidencias disponibles sobre la importancia de *C. concholepas* en dichas dietas provienen de Dayton *et al.* (1977); Castilla y Bahamondes (1979) y en Bahamondes y Castilla (*in litteris*). El primer autor ha encontrado 1.380/o de 434 *M. gelatinosus* depredando locos. En conchales ubicados en posaderos de aves estudiados en Los Molles, el 240/o de las conchas eran de locos, y entre el 39.80/o y el 15.40/o de las conchas encontradas en madrigueras litorales de *L. felina* corresponden a *C. concholepas*. Estas últimas dos evidencias son poco concluyentes, ya que las aves y *L. felina* no consumen su alimento solamente en sus posaderos o madrigueras litorales y consumen además organismos desprovistos de conchas. Los datos disponibles indican que el canibalismo y la depredación de *C. concholepas* por *H. helianthus*, *S. sanguineus*, *P. purpuratus* y *O. flavescens* son infrecuentes.

*C. concholepas*, como otros gastrópodos responde a la presencia de sus depredadores detectándolos a distancia y/o por contacto. El desprendimiento espontáneo observado ante la presencia de buzos, probablemente ocurre también ante la presencia de depredadores naturales (asteroideos, chungungo, lobo de mar, peces). Se desconoce qué receptores están involucrados en la detección a distancia, pero probablemente se trata, como en otros gastrópodos (Charles, 1966), de quimiorreceptores, detectores de corrientes o visuales. *C. concholepas* posee un poderoso pie muscular con el que se adhiere firmemente al sustrato; la adhesión parece ser la respuesta más común frente a estímulos mecánicos sobre la concha o el pie y aún frente a estímulos químicos provenientes de sus depredadores. La respuesta más generalizada entre los gastrópodos frente a sus depredadores, sean éstos asteroideos (ver Bullock, 1953; Kohn, 1961; Feder, 1963 o Dayton *et al.*, 1977) es la de fuga ("running escape"); esto implica aumento de la velocidad de desplazamiento en presencia del depredador y elección de la dirección del movimiento a fin de alejarse de él. En *C. concholepas* se ha detectado esta conducta frente a *H. helianthus*, pero en ejemplares pequeños, menores de 40 - 50 mm, que no se encuentran refugiados en grietas o cuevas pe-

queñas. Los locos de tamaño mayor recurren a la firme adhesión al sustrato. No se conoce si los locos pequeños responden en forma similar ante la presencia de *M. gelatinosus*.

La conducta de *C. concholepas* de elevación y rotación de la concha en 180°, descrita por DuBois *et al.* (en prensa) para locos sublitorales, recuerda lo descrito por Feder (1963) y Montgomery (1967) para *Haliotis cracheridii*, *H. rufescens* y *H. assimilis* frente a asteroideos; pero en todos los casos *Haliotis* spp. se aleja de la estrella, lo cual no ocurre con *C. concholepas*. La elevación de la concha, pero sin rotación en 180°, ha sido observada para numerosas especies del género *Acmaea* (Feder, 1963; Margolin, 1964); en *Acmaea* spp. esta conducta es también acompañada de fuga. Elevación y rotación de la concha, acompañada de fuga, ha sido observada en *Melagraphia althiops* frente a un gastrópodo carnívoro (Clark, 1958).

Además de las conductas y mecanismos de escape discutidos, *C. concholepas* presenta una clara conducta deambulatoria nocturna y preferencia por grietas y hendiduras. Estas conductas han sido comunicadas por DuBois *et al.* (en prensa) y deben contribuir a proporcionar refugio espacial y diurno en relación con algunos depredadores de la especie, especialmente vertebrados marinos. No se cuenta con evidencias suficientes sobre el refugio o escape por tamaño del loco respecto de sus depredadores. Aparentemente, este refugio no existe frente a *M. gelatinosus* (Dayton *et al.*, 1977), ni tampoco frente a *H. helianthus*, ya que hemos observado a este sol de mar depredando locos de los tamaños máximos encontrados en el intermareal y/o cinturón de *L. nigrescens*, ca. 100 mm de longitud máxima de peristoma.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento otorgado por la Universidad Católica de Chile, Dirección de Investigación, a través del Proyecto 42/76. Nuestros agradecimientos al personal técnico del Laboratorio de Zoología, señores Eduardo Nealler, Daniel Moraga y Hernán Castillo por la valiosa cooperación en el trabajo de terreno. Fundación Chile hizo posible la presentación de este trabajo en el Simposio sobre *Concholepas concholepas*, Montemar, Chile.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUAYO, A. y R. MATORANA. 1973. Presencia del lobo marino común (*Otaria flavescens*) en el litoral chileno. *Biología Pesquera*, Chile 6 : 45 - 75.
- BULLOCK, T.H. 1953. Predator recognition and escape responses of some intertidal gastropods in presence of starfish. *Behaviour* 5 (2) : 130 - 140.
- CASTILLA, J.C. e I. BAHAMONDES. 1979. Observaciones conductuales y ecológicas en *Lutra felina* (Carnivora: Mustelidae) en las zonas Central y Centro-Norte de Chile. *Archivos de Biología y Medicina Experimental* 12 : 119 - 132.
- 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.; CH. GUISSADO; J. CANCINO. 1979. Aspectos ecológicos y conductuales relacionados con la alimentación de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). *Biología Pesquera*, Chile 12: 99 - 114.
- CHARLES, G.H. 1966. Sense organs (less Cephalopods). En "Physiology of Mollusca" 2 : 455 - 521. K.M. Wilbur and C.M. Yonge (eds.), Academic Press, New York.
- CLARK, W.C. 1958. Escape responses of herbivorous gastropods. *Nature*, London 181 (4602) : 137 - 138.
- DAYTON, P.K.; R.J. ROSENTHAL; L.C. MAHEN; T. ANTEZANA. 1977. Population structure and foraging biology of the predaceous Chilean a steroid *Meyenaster gelatinosus* and the escape biology of its prey. *Marine Biology* 39 : 361 - 370.
- DUBOIS, R.; J.C. CASTILLA; R. CACCIOLATTO. Sublitoral observations of behaviour in the Chilean "loco" *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). *Veliger* (en prensa)
- FEDER, H.M. 1963. Gastropods defensive response and their effectiveness in reducing predation by starfishes. *Ecology* 44 (3) : 505 - 512.
- GONOR, J.J. 1965. Predator-prey reactions between two marine prosobranch gastropods. *Veliger* 7 : 228 - 232.
- GONOR, J.J. 1966. Escape response of North Borneo strombid gastropods elicited by the predatory prosobranchs *Aulica vesperilio* and *Conus marmoreus*. *Veliger* 8 (4) : 226 - 230.
- HOFMANN, H. 1930. Über den Fluchtreflex bei *Nassa*. *Zeitschrift für Vergleichende Physiologie* 11 : 662 - 688.
- HYMAN, L.H. 1967. *The Invertebrates : Vol. 6, Mollusca* 1, 792 pp. MacGraw Hill Book Co., New York.
- KOHN, A.J. 1961. Chemoreception in gastropod molluscs. *American Zoologist* 1 : 291 - 308.
- KOHN, A.J. and V. WATERS. 1966. Escape response of three herbivorous gastropods to the predatory gastropod *Conus textile*. *Animal Behaviour* 14 : 340 - 345.
- MARGOLIN, A.S. 1964. A running response of *Acmaea* to seastars. *Ecology* 45 : 191 - 193.
- MAUZEY, K.P.; CH. BIRKELAND; P.K. DAYTON. 1968. Feeding behaviour of asteroids and escape responses of their prey in the Puget Sound Region. *Ecology* 49 (4) : 603 - 619.
- MONTGOMERY, D.H. 1967. Response of two Haliotid Gastropods (Mollusca), *Haliotis assimilis* and *Haliotis rufescens*, to the Forcipulate Asteroids (Equinodermata), *Pycnopodia helianthoides* and *Pisaster ochraceus*. *Veliger* 9 (4) : 359 - 368.
- PAINE, R.T. 1978. *Sicyases sanguineus* a unique trophic generalist from the Chilean intertidal zone. *Copeia* 1 : 75 - 81.
- PETERS, R.L. 1964. Function of the cephalic tentacles in *Littorina planaxis* Philippi (Gastropoda: Prosobranchia). *Veliger* 7 : 143 - 148.
- ROBERTSON, R. 1961. The feeding of *Strombus* and related herbivorous marine gastropods, with a review and field observations. *Notulae Naturae* 343 : 1 - 9.
- SNIDER, N.F. and H.A. SNIDER. 1971. Pheromone-mediated behaviour of *Fasciolaria tulipa*. *Animal Behaviour* 19 : 257 - 268.
- VIVIANI, C.A. 1975. Las comunidades marinas litorales en el Norte Grande de Chile. *Publicación Ocasional Laboratorio de Ecología Marina*, Iquique. 196 pp.



CONDUCTA DE ALIMENTACION NOCTURNA  
DE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*  
(MOLLUSCA : GASTROPODA : MURICIDAE)

J.C. Castilla y CH. Guisado \*

RESUMEN

Se estudia la conducta de alimentación de *Concholepas concholepas* (Bruguière) loco, en condiciones cíclicas de luz y oscuridad en laboratorio, utilizando el chorito maico *Perumytilus purpuratus* y el gastrópodo *Collisella* sp. como alimento. Los resultados demuestran que el loco se alimenta preferentemente durante períodos de oscuridad, independientemente de la hora solar. Se plantea la posible existencia de componentes rítmicos endógenos en el control de la iniciación o inhibición del proceso de consumo de alimento en la especie.

NOCTURNAL FEEDING BEHAVIOUR  
OF *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*  
(MOLLUSCA : GASTROPODA : MURICIDAE)

ABSTRACT

The feeding behaviour of *Concholepas concholepas* (Bruguière), under cyclic light and dark laboratory conditions is studied. The mussel *Perumytilus purpuratus* and the limpet *Collisella* sp. are used as loco's prey. The results show that *C. concholepas* feeds preferently during periods of darkness independently of diurnal-time. Furthermore, the need to carry on research in order to establish the possible existence of endogenous rhythm components acting upon initiation or inhibition of the feeding activity of *C. concholepas* is discussed.

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





## INTRODUCCION

Estudios y observaciones aisladas sobre diferentes aspectos conductuales de *Concholepas concholepas* (Bruguière), loco, han sido efectuados por Castilla (1974, 1976, 1979); Castilla y Cancino (1976); Castilla y Cancino (1979); y Castilla *et al.* (1979). En la mayoría de estos trabajos se menciona que *C. concholepas* tiene hábitos nocturnos respecto de actividades como: depositación capsular, reproducción y desplazamiento. Las observaciones conductuales relacionadas a sus hábitos de

alimentación nocturna en el laboratorio son aisladas (Castilla, 1976) y no se han cuantificado. Sin embargo, aquellas llevadas a cabo en la naturaleza, en poblaciones sublitorales de *C. concholepas*, (DuBois *et al.*, en prensa) demuestran que la especie se alimenta principalmente durante los períodos nocturnos.

Este trabajo analiza en forma experimental la conducta de alimentación de *C. concholepas* en el laboratorio durante períodos de oscuridad y luz.

## MATERIALES Y METODOS

Los locos fueron recolectados en roqueríos intermareales y cinturón de *Lessonia nigrescens* Bory en Reñaca (Valparaíso) : 32°59' S.; 71°34' W. y en el sublitoral, ca. 10 m de profundidad, de Bahía La Herradura (Coquimbo) : 29°58' S.; 71°22' W. Las tallas de los locos recolectados en Reñaca fluctuaron entre 59.7 y 96.0 mm longitud máxima de peristoma y las de los locos de La Herradura entre 55.0 y 80.0 mm. Los experimentos con locos recolectados en Reñaca se realizaron en un laboratorio con agua de mar circulante en Reñaca (Laboratorio de la Facultad de Ciencias, Universidad de Chile), en marzo de 1973. Los experimentos con locos provenientes de La Herradura se realizaron en un laboratorio con agua de mar recirculante en Santiago (Laboratorio de Zoología, Pontificia Universidad Católica de Chile), en septiembre de 1977. Las características generales de circulación de agua, aireación, luz y temperatura de estos laboratorios han sido descritas por Castilla (1974) y Castilla y Cancino (1976).

El experimento realizado en Reñaca consistió en ofrecer a 10 locos; mantenidos en un acuario de vidrio de 10 l de capacidad con circulación permanente de agua y bajo un régimen previo de 9 días sin alimento (= hambreados); 36 especímenes de *Collisella* sp. Este gastrópodo fue recolectado en el intermareal rocoso de Reñaca previo al experimento. Este se extendió por cuatro días bajo un régimen normal de 12 h de oscuridad (19:00 - 07:00 h) y 12 h de luz (07:00 - 19:00 h). La iluminación provino de tubos de luz fluorescente y la intensidad luminosa en la superficie del agua del acuario fue de 140 lux (E.E.L. Lightmaster photometer). Durante los cuatro días del experimento, a intervalos de 6 h (01:00, 07:00, 13:00, 19:00 h), se re-

visó el acuario y los especímenes de *Collisella* sp. consumidos, total o parcialmente, fueron reemplazados por otros de igual tamaño. El promedio de longitud máxima de la concha de los ejemplares de *Collisella* sp. utilizados fue de 17.8 mm.

En los experimentos realizados en Santiago se utilizó *Perumytilus purpuratus* (Lamarck) como presa. A los locos; uno o dos por acuario de vidrio de 10 l de capacidad con recirculación permanente de agua de mar y bajo un régimen previo de 7 días sin alimento; se les ofreció 6 *P. purpuratus* por loco. Los ejemplares de *P. purpuratus* fueron recolectados, previo a los experimentos, en el intermareal rocoso de Reñaca y mantenidos en el laboratorio de Santiago. Se utilizaron la misma fuente luminosa e intensidad descritas arriba. Los experimentos se extendieron por 6 días y fueron de dos tipos: a) con períodos de iluminación normal: 3 acuarios experimentales (1, 2 y 3) con períodos de luz entre 06:30 y 18:30 h y de oscuridad entre 18:30 - 06:30 h. b) Con períodos de iluminación anormal: 3 acuarios experimentales (4, 5 y 6) con períodos de luz entre 18:30 - 06:30 h y de oscuridad entre 06:30 - 18:30 h. Durante los 6 días de los experimentos se revisó cada acuario a intervalos de 6 h (06:30, 12:30, 18:30, 00:30 h) y los ejemplares de *P. purpuratus* consumidos, total o parcialmente, fueron reemplazados por otros de igual tamaño. El promedio de longitud máxima de valvas de *P. purpuratus* utilizados fue de 24.3 mm.

En todas las revisiones de consumo de presas en los acuarios durante períodos de oscuridad se utilizó una luz roja de pieza fotográfica y los locos no estuvieron expuestos a este tipo de iluminación más de 3 minutos en cada revisión.

## RESULTADOS

### 1. Experimento en Reñaca con *Collisella* sp.

La Figura 1 muestra los resultados del consumo de *Collisella* sp. en el experimento realizado en Reñaca. Se observa que los mayores consumos de *Collisella* sp. ocurren durante los períodos normales de oscuridad (19:00 - 07:00). Durante los períodos con iluminación (= día) los consumos decrecen comparativamente. El número total de *Collisella* sp. consumidas por los 10 locos durante los cuatro días del experimento sumó 26. De ellas, 21 fueron consumidas durante los períodos de oscuridad y sólo 5 durante períodos con iluminación. La diferencia de las medias de consumo de *Collisella* sp. entre ambos períodos es significativa ( $P < 0.05$ ;  $t_{obs} = 3.52$ ;  $\delta = 6$ ).

Además, en la Figura 1 se aprecia que la intensidad de consumo de presas por los locos es mayor en los dos primeros días de experimentación que siguen a un período previo de 9 días sin alimentación. Luego de esos 2 primeros días el consumo se concentra marcadamente durante los períodos de oscuridad y la intensidad disminuye.

### 2. Experimentos en Santiago con *Perumytilus purpuratus*

La Figura 2 muestra los resultados de los 2 sets experimentales realizados en Santiago con *P. purpuratus* como presa. Los resultados de los experimentos 1, 2 y 3 muestran que bajo un régimen normal de luz-oscuridad de 12 h el consumo de *P. purpuratus* se concentra mayoritariamente durante el período de oscuridad (= noche). Los experimentos 4, 5 y 6 con un régimen invertido de iluminación (= anormal) muestran que independientemente de la normalidad o anormalidad del ciclo de iluminación, el consumo de *P. purpuratus* se realiza mayoritariamente durante el período de oscuridad. Durante los 6 días de experimentación con ambos sets los locos consumieron 39 *P. purpuratus*. De estos, 32 fueron consumidos en períodos de oscuridad y 7 en períodos con iluminación. La diferencia de las medias de consumo entre ambos períodos es significativa ( $P < 0.05$ ;  $t_{obs} = 3.29$ ;  $\delta = 19$ ).

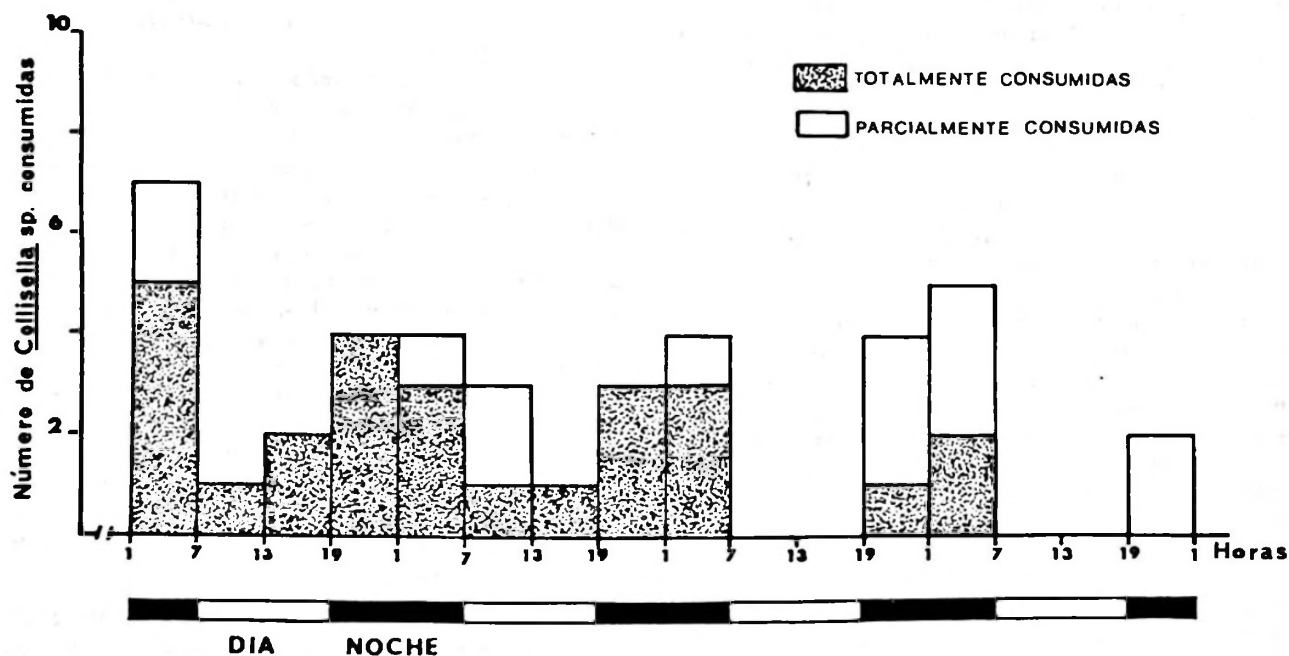


Fig. 1 *Concholepas concholepas*. Consumo de *Collisella* sp. durante períodos de luz y oscuridad en el laboratorio con agua de mar circulante (Reñaca)

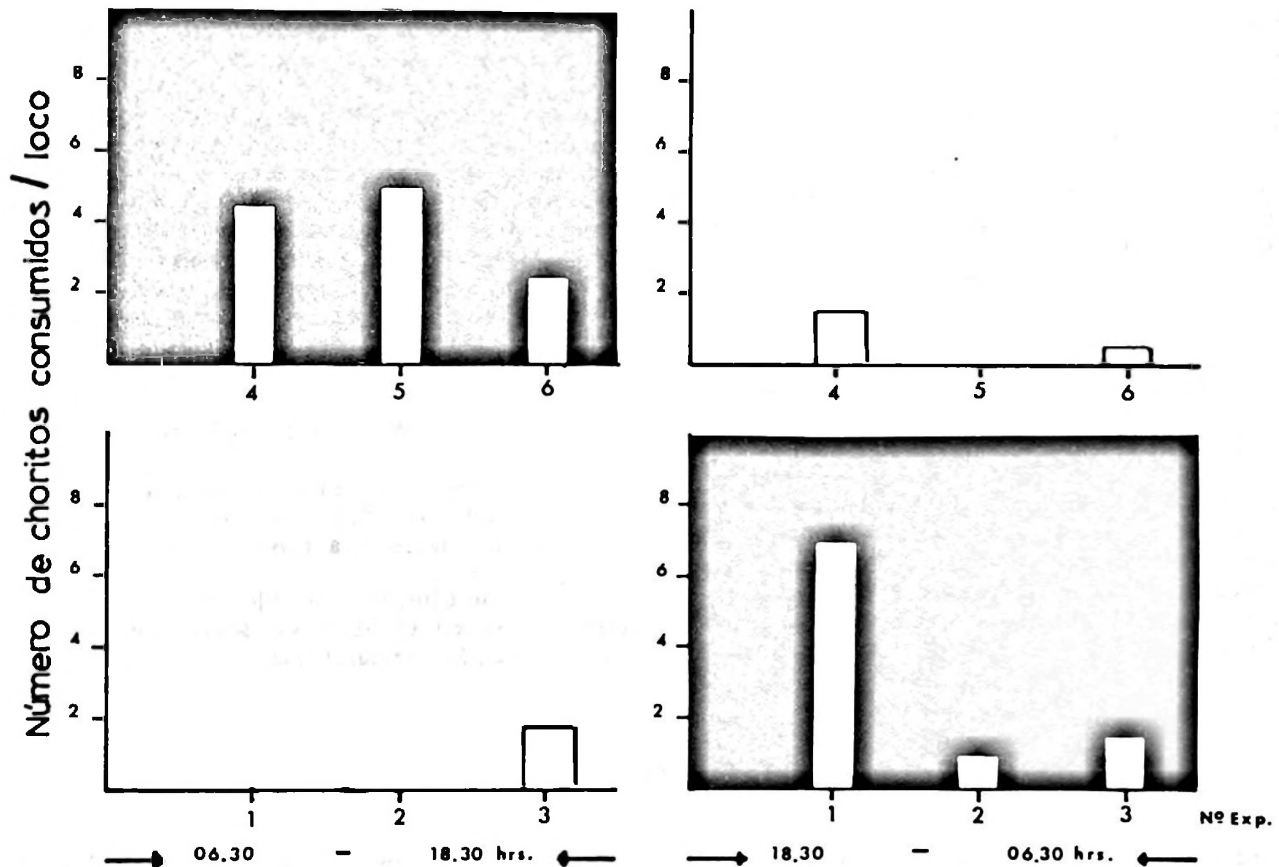


Fig. 2 *Concholepas concholepas*. Consumo de *Perumytilus purpuratus* durante períodos de luz y oscuridad en el laboratorio con agua de mar recirculada (Santiago). Experimentos 1, 2 y 3 con régimen normal de luz-oscuridad; experimentos 4, 5 y 6 con régimen invertido de luz-oscuridad. Zonas negras indican períodos de oscuridad, zonas blancas corresponden a períodos de iluminación.

## DISCUSION

Los antecedentes sobre aspectos conductuales de *C. concholepas* señalan que las actividades de copulación, desove y de locomoción se desarrollan principalmente durante la noche (Castilla 1974, 1976; Castilla y Cancino, 1976; DuBois *et al.*, en prensa).

Los experimentos realizados en el presente estudio, en los cuales se mantuvieron en el laboratorio locos en condiciones cíclicas de luz y oscuridad, demuestran que también la actividad alimentaria del animal se desarrolla en períodos de oscuridad. Esta actividad de *C. concholepas* es independiente de la hora diaria u hora solar.

La literatura sobre actividades rítmicas de invertebrados marinos no es particularmente abundante en el análisis de ritmos alimentarios. Sin embargo,

han sido estudiados otros patrones rítmicos como la actividad locomotora y de crecimiento (Hasting y Sweeny, 1958; Naylor, 1958; Neville, 1967; Arshavskii *et al.*, 1976; Kenny, 1977; Phillips, 1977).

La actividad locomotora estudiada por Naylor (1958) en *Carcinus maenas* se desarrolla durante horas de oscuridad (frecuencia diaria) y en horas de alta marea. En cambio, *Acmaea antillarum* presenta un patrón rítmico de crecimiento tal, que hay inhibición incompleta del crecimiento durante horas de oscuridad, no presentando relación con un ciclo mareal (Kenny, 1977). Ambos estudios demuestran la existencia de patrones internos o endógenos que regulan ambas actividades.

Nuestros resultados con *Collisella* sp. como presa de *C. concholepas* sugieren que inmediata-

mente luego de períodos sin alimentación el loco consume alimento en forma muy activa, preferentemente durante períodos de oscuridad y en menor medida durante períodos con iluminación. Completada esta etapa de consumo activo (ca. 2 días) se observa una disminución del mismo y una preferencia por consumo durante los períodos de oscuridad. Esta conducta de consumo ha sido descrita por Castilla *et al.* (1979) con el nombre de estrategia de alimentación de *C. Concholepas* conducente a saciedad, e incluye períodos activos e inactivos de consumo; posiblemente gatillados por umbrales fisiológicos de los individuos. La probable significación adaptativa de tal estrategia fue discutida por Castilla *et al.* (1979).

La evidencia presentada demuestra que la actividad de alimentación del loco, en las condiciones experimentales utilizadas, se desarrolla preferentemente en oscuridad, sin dudas concomitantemente con la actividad locomotora. Sin embargo, cabe preguntarse si las fluctuaciones observadas en el consumo de alimento - manifestadas dentro de 24 horas de experimentación - se mantienen bajo

iluminación u oscuridad permanente. Esto último significaría la existencia de un ritmo de frecuencia circadiana de alimentación que tal vez interactúe con otro de frecuencia mareal. Estas hipótesis deberán ser analizadas en futuras investigaciones sobre esta especie. Por el momento, la evidencia con que contamos indica que el estímulo externo (exógeno) de iluminación u oscuridad es el responsable de inhibir o iniciar el proceso de actividad locomotora y consumo de alimento del loco. No contamos con evidencias que sugieran un componente endógeno en estas actividades conductuales.

### 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.

Fundación Chile hizo posible la presentación de este trabajo en el Simposio sobre *Concholepas concholepas*, Montemar, Chile.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARSHAVSKII, Y.I.; S.M. KASHIN; N.M. LITVINOVA; G.N. ORLOVSKII; A.G. FELDMAN. 1976. Diurnal changes in the activity of brittle stars *Amphibolis kochii* (Ophiuroidea, Amphiuroidae). *Zoologicheskii Zhurnal* 55 (11) : 1737 - 1740.
- CASTILLA, J.C. 1974. Notes on the mating behaviour of *Concholepas concholepas* (Mollusca : Gastropoda : Muricidae) from Chile. *Veliger* 16 (3) : 291 - 292.
- CASTILLA, J.C. 1976. A unique Mollusc. *Sea Frontiers* 22 (5) : 302 - 304.
- CASTILLA, J.C. 1979. *Concholepas concholepas* (Mollusca : Gastropoda : Muricidae): postura de cápsulas en el laboratorio y la naturaleza. *Biología Pesquera*, Chile 12: 91 - 97.
- 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 J. CANCINO. 1979. Principales depredadores de *Concholepas concholepas* (Mollusca : Gastropoda : Muricidae) y observaciones preliminares sobre mecanismos conductuales de escape y defensa. *Biología Pesquera*, Chile 12: 115 - 123
- CASTILLA, J.C.; CH. GUISTADO; J. CANCINO. 1979. Aspectos ecológicos y conductuales relacionados con la alimentación de *Concholepas concholepas* (Mollusca : Gastropoda : Muricidae). *Biología Pesquera*, Chile 12: 99 - 114
- DUBOIS, R.; J.C. CASTILLA; R. CACCIOLATTO. Sublittoral observations of behaviour in the Chilean "loco" *Concholepas concholepas* (Mollusca : Gastropoda Muricidae). *Veliger* (en prensa).
- HASTING, J.W. and B.M. SWEENEY. 1958. A persistent diurnal rhythm of luminiscence in *Gonyaulax Polyedra*. *Biological Bulletin of the Marine Biological Laboratory, Woods Hole* 115 (3) : 440 - 458.
- KENNY, R. 1977. Growth studies of the tropical limpet *Acmaea antillarum*. *Marine Biology* 39 (2) : 161 - 170.
- NAYLOR, E. 1958. Tidal and diurnal rhythms of locomotory activity of *Carcinus maenas* (L). *Journal of Experimental Biology* 25 (3) : 602 - 610.
- NEVILLE, A.C. 1967. Daily growth layers in animals and plants. *Biological Review* 42 (3) : 421 - 441.
- PHILLIPS, W.D. 1977. Activity of the gastropod mollusk *Olivella biplicata* in response to a natural light/dark cycle. *Veliger* 20 (2) : 137 - 143.

UNA ESTIMACION DE CLASES ANUALES Y CRECIMIENTO RELATIVO  
EN MUESTRAS DE DOS POBLACIONES DE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*  
(Bruguière, 1789)

Enzo Acuña y José Stuardo \*

RESUMEN

Se estudia un total de 247 ejemplares colectados en los roqueríos de Montemar en Agosto-Septiembre de 1975 (100); Tumbes, Talcahuano Octubre 1967 (105) y Montemar en Noviembre 1977 (42).

Las frecuencias de tamaños (largo de la concha y opérculo) sugieren la existencia de 4 clases anuales.

Asumiendo que los valores promedios de crecimiento mensual máximo y mínimo determinados en poblaciones de esta especie del área de Caleta Leandro, Talcahuano y Punta Saliente, Coquimbo fueran equivalentes al crecimiento de juveniles y adultos de otras poblaciones naturales, se obtiene un ritmo de crecimiento anual comparable al obtenido en el análisis gráfico de las muestras de Montemar.

El crecimiento del opérculo es paralelo al de la concha, sin embargo, sus "anillos" no permiten precisar edad.

En un Apéndice se comparan las ecuaciones obtenidas en algunas relaciones biométricas de *C. concholepas* y *C. concholepas fernandezianus*.

AN ESTIMATION OF ANNUAL CLASSES AND RELATIVE GROWTH  
ON SAMPLES OF TWO POPULATIONS OF *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS*  
(Bruguière, 1789)

ABSTRACT

A total of 247 specimens collected at Montemar Valparaíso in August-September, 1975 (100), November, 1977 (42) and at Tumbes, Talcahuano in October, 1967 (105) is studied. Size frequencies for the shell length and length of the opercula suggest four annual groups or classes.

Assuming that maximum and minimum average growth monthly values given for populations of this species in the localities of Caleta Leandro, Talcahuano and Punta Saliente, Coquimbo were equivalent to growth of adult and juveniles in other natural populations, an annual growth rhythm comparable to that estimated in the graphic analysis of Montemar's samples is obtained.

Growth of the operculum parallels that of the shell; however, its "rings" do not allow to precise age.

Equations obtained to compare biometric relationships in *C. concholepas* and *C. concholepas fernandezianus* are discussed in an Appendix.

(\*) Departamento de Oceanología. Universidad de Chile. Valparaíso. Casilla 13-D. Viña del Mar. Chile.



## INTRODUCCION

El estudio de la edad y el crecimiento de las especies marinas, y de los invertebrados en general, en especial los susceptibles de ser utilizados como alimento por el hombre, han concitado el interés de muchos investigadores. Para lograrlo se ha recurrido a múltiples estructuras anatómicas en las que quedaría impresa la edad en forma de marcas o anillos y, como expresión de ella el crecimiento experimentado por un individuo dado. Es así que se han utilizado otolitos, vértebras, escamas, huesos operculares, etc. en peces, dientes en mamíferos, anillos en la concha de los bivalvos, bandas en los interambulacros de erizo y, aún, marcas en los opérculos de gasterópodos. Un ejemplo de este último tipo es el efectuado en este país por Miranda (1975) en el "locate" *Thais (Stramonita) chocolata* (Duclos, 1832).

Debido a la dificultad relativa que presentan los estudios enumerados al procesar gran cantidad de individuos, se utilizan también otras estimaciones en el análisis de poblaciones como son, la de seguir el desplazamiento de grupos de tamaño en el tiempo, método introducido por el danés C.G.J. Petersen, o el análisis de frecuencias polimodales mediante el empleo del papel de probabilidades de Hazen descrito por Harding (1949).

El uso del papel de probabilidades es, en gene-

ral, práctico para analizar las curvas polimodales, si la muestra es suficientemente grande y cada clase anual no se sobrepone demasiado. Este método demostró ser especialmente adecuado para el análisis de los tamaños medios y mayores de diversas especies (Fuji, 1963). Según su propio autor este método posee las ventajas de poder ser empleado en especies que no tienen estructuras que permitan leer la edad o en las que no se ha desarrollado un método de lectura confiable utilizando los datos crudos. La metodología fue perfeccionada por Cassie (1954) para el análisis de distribuciones de frecuencias de tamaño.

Para complementar las estimaciones de crecimiento realizadas por Lozada *et al.* (1976) con estimaciones de clases anuales, se aplica este método en tres muestras de la costa central chilena.

Junto con poseer una concha cónica tan particular, con una amplia abertura, *C. concholepas* tiene un opérculo del tipo laminar extranuclear puro (según la clasificación de Iwao, 1950), de gran tamaño, cuya función no está aclarada. A pesar de que es posible observar en él marcas de crecimiento, los núcleos iniciales demasiado opacos con la edad obliteran las líneas de por lo menos un tercio de su superficie, impidiendo efectuar su recuento.

## MATERIAL Y METODOS

Los ejemplares utilizados provienen de: a) dos muestreos al azar, realizados en la zona intermareal de los roqueríos adyacentes a Montemar (Sept. 1975 y Nov. 1977) de 100 y 42 individuos respectivamente, y b) una tercera muestra de 105 ejemplares de la zona submareal de Tumbes, Talcahuano que corresponde a uno de los muestreos realizados por la Prof. María Teresa López, de la Universidad de Concepción.

Para estructurar los gráficos en papel de probabilidades se utilizaron los datos de longitud de la concha, medida según las indicaciones de Lozada *et al.* (1976, fig. 4). También se realizaron medi-

ciones del ancho y alto de la concha y del largo y ancho del opérculo.

Con los datos anteriores se obtuvieron regresiones lineales de los caracteres morfométricos, los que han sido incluidos en un apéndice donde se comparan con los resultados obtenidos en *C. concholepas fernandezianus* Stuardo. Para probar si existen diferencias morfométricas estadísticamente significativas entre ambas subespecies se realizó un test de covarianza.

Las características gravimétricas fueron calculadas mediante la fórmula exponencial.

$$W = a.e^{b.L}$$



RESULTADOS

El resultado del análisis gráfico tanto de las frecuencias de largo de la concha como de las de largo del opérculo de la muestra de Montemar 1975 fue de 4 grupos modales (clases), los que se encuentran individualizados en las fig. 1 y 2, y cuyas caracte-

rísticas de rango, media, desviación standard y número de individuos se detallan en la Tabla 1 (a) y 2 (a) respectivamente. Los rangos de las 4 clases son 35 - 53, 55 - 69, 70 - 87 y 89 - 100 mm, respectivamente.

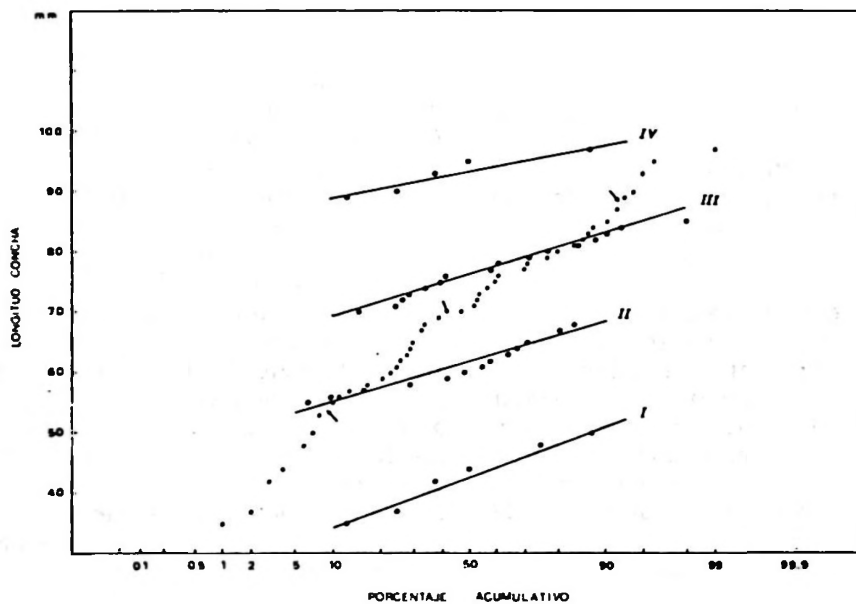


Fig. 1 Grupos modales (clases anuales) calculados basándose en la longitud de la concha en una muestra de 100 ejemplares provenientes de Montemar, Valparaíso. Fecha de colecta: agosto - septiembre de 1975 (Tabla 1).

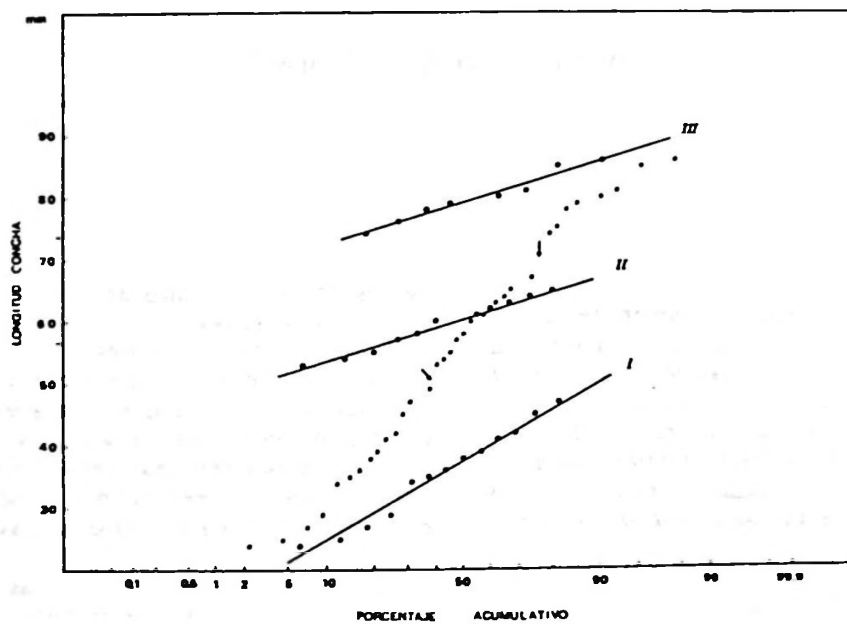


Fig. 2 Grupos modales (clases anuales) calculados basándose en la longitud de la concha en una muestra de 42 ejemplares provenientes de Montemar, Valparaíso. Fecha de colecta: noviembre de 1977 (Tabla 2).

TABLA 1

DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS GRAFICO DE LONGITUD DE LA CONCHA  
EN MUESTRAS DE MONTEMAR (1975 y 1977) Y TUMBES (1967).

M = media, s = desviación standard.

## CONCHA

## MUESTRA MONTEMAR Ago. - Sept. 75

CLASE	RANGO	M	s	o/o	N
I	35 - 53	45.0	6.3	8	8
II	55 - 69	62.0	4.7	31	31
III	70 - 87	76.5	5.5	53	53
IV	89 - 100	95.0	3.9	8	8
				= 100	= 100

## MUESTRA MONTEMAR Nov. 77

CLASE	RANGO	M	s	o/o	N
I	24 - 48	38.0	8.3	38,10	16
II	53 - 67	61.0	4.7	35,71	16
III	74 - 87	80.0	4.5	26,19	11
				= 100	= 42

## MUESTRA TUMBES Oct. 67

CLASE	RANGO	M	s	o/o	N
II	59 - 69	66.0	3.9	8.57	9
III	70 - 89	81.0	5.3	23.81	25
IV	91 - 103	96.7	3.6	61.90	65
V	105 - 111	107.7	2.4	5.72	6
				= 100	= 105

TABLA 2

DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS GRAFICO DE LONGITUD DEL OPERCULO  
EN MUESTRAS DE MONTEMAR (1975 y 1977)

M = media, s = desviación standard

## OPERCULOS

## MONTEMAR Ago. - Sept. 75

CLASE	RANGO	M	s	o/o	N
I	14 - 22	18.5	3.51	15	15
II	23 - 30	27.4	2.95	35	35
III	31 - 40	34.6	2.59	45	45
IV	42 - 45	43.6	1.34	5	5

## MONTEMAR Nov. 77

CLASE	RANGO	M	s	o/o	N
I	11 - 18	14.5	3.03	23.81	10
II	19 - 30	24.6	3.69	47.62	20
III	31 - 42	36.6	2.84	28.57	12

Para la muestra de Montemar 1977 se obtuvieron 3 grupos modales (clases); igual resultado da el análisis de las frecuencias de largos de los opérculos. Estos grupos se representan en las figs.

3 y 4, y sus características se entregan en las Tablas 1 (b) y 2 (b). Los rangos correspondientes a las 3 clases son: 24 - 48, 53 - 67 y 74 - 87 mm.

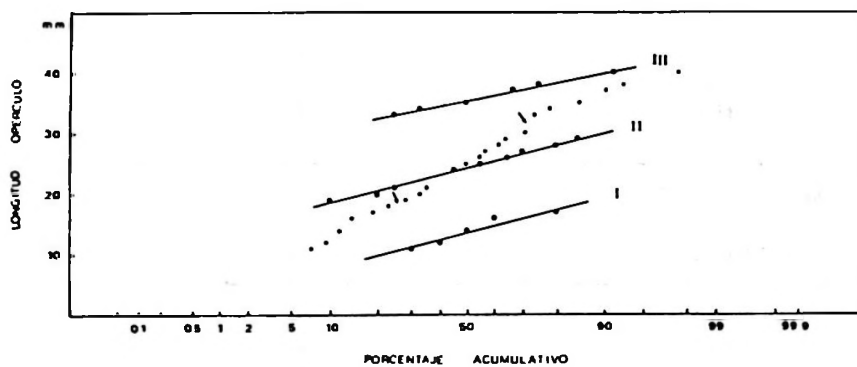


Fig. 3 Grupos modales (clases anuales) calculados en base a la longitud del opérculo en la muestra de Montemar de noviembre de 1977.

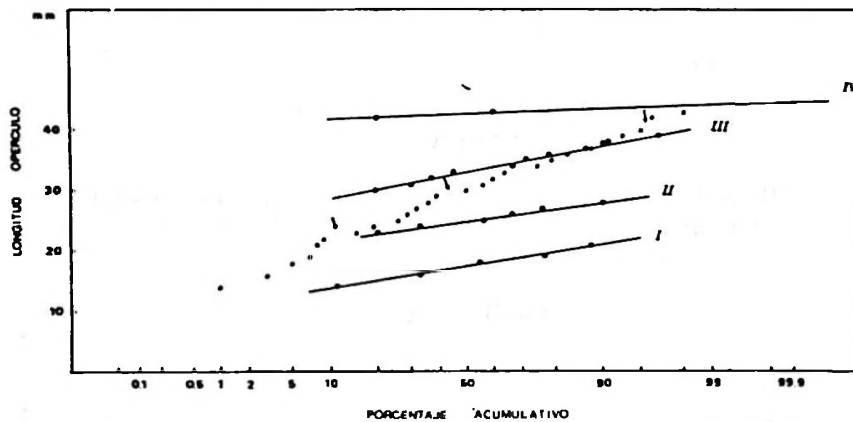


Fig. 4 Grupos modales (clases anuales) calculados en base a la longitud del opérculo en la muestra de Montemar de agosto - septiembre, 1975.

La muestra de Tumbes, cuyos tamaños son mayores en general, consta de 4 grupos modales (clases II a V) que se representan en la Fig. 5 y su descripción se encuentra en la Tabla 1 (c). Los rangos

de las 4 clases son: 59 - 69, 70 - 89, 91 - 103 y 105 - 111 mm.

En la tabla 3 se resumen las medias de los distintos grupos y muestras analizadas.

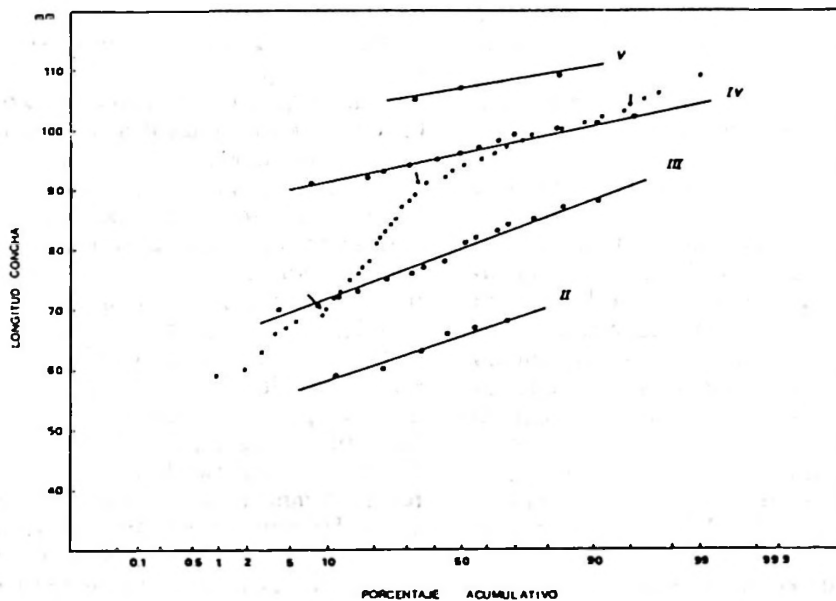


Fig. 5 Grupos modales (clases anuales) calculados en base a la longitud de la concha en una muestra de 105 ejemplares provenientes de Tumbes, Talcahuano. Fecha de colecta: octubre de 1967.

TABLA 3

RESUMEN DE LAS MEDIAS OBTENIDAS:  
1) PARA LONGITUD DE CONCHA  
2) PARA LONGITUD DEL OPERCULO

1) Concha

CLASE	Montemar 75	Montemar 77	Tumbes 67
I	45.0	38.0	—
II	62.0	61.0	66.0
III	76.5	80.0	81.0
IV	95.0	—	96.7
V	—	—	107.7

2) Opérculo

CLASE	Montemar 75	Montemar 77
I	18.5	14.5
II	27.4	24.6
III	34.6	36.6
IV	43.6	—

## DISCUSION

Con los resultados obtenidos al analizar las tres muestras, se postula que *C. concholepas* alcanzaría su tamaño comercial (10.5 cm) en las localidades de Montemar y Tumbes en alrededor de 5 años, lo que corresponde aproximadamente a una estimación realizada por Castilla (1976).

Al observar los grupos obtenidos, llama la atención el amplio rango de tamaños de la clase I de la muestra de Montemar 77, cuyo límite superior coincide, aproximadamente, con los 50 mm de largo señalado por Avilés y Lozada (1975) como límite inferior del rango de tamaño a la primera madurez sexual del "loco". Según las estimaciones obtenidas, ésta se alcanzaría al año o año y medio de vida (después de la metamorfosis) ya que las autoras citadas dan un rango entre 5 y 7 cm. El brusco cambio del ritmo de crecimiento de la especie, observable en los rangos más estrechos de las clases posteriores, se debería en tal caso al gasto energético y adecuación fisiológica de este nuevo estado, repetitivo en el tiempo, sin embargo no se descarta el hecho que el amplio rango de la clase I pudiera incluir algunos individuos de una clase menor o "O" porque el resto de los rangos se ajustan a la curva de crecimiento de von Bertalanffy.

El que las medias calculadas tanto para conchas como opérculos son menores en las clases de la muestra de Montemar 77, se explica por la diferente composición y el porcentaje en que los individuos están representados en cada una de ellas. Así, en la muestra citada la clase I representa el 38.1% contra un 8% en la del 75; en cambio en la clase II donde los porcentajes son 31 y 35.7% respectivamente, las medias son bastante similares.

Otro resultado importante es la alta correlación (.957) que existe entre el largo de la concha y el largo del opérculo, lo que permite suponer que con una técnica más acabada de tratamiento esta estructura anatómica puede permitir hacer estima-

ciones bastante ajustadas del crecimiento y la edad de *C. concholepas*, lo que no se ha logrado aún.

Respecto al valor de esta estimación, estamos conscientes que constituye un aporte metodológico parcial ya que, de acuerdo a lo expresado por Fuji (1963), el sistema ideal a utilizarse en un análisis poblacional de este tipo requeriría plantear al menos una triple prueba combinando el método de Petersen, el uso del gráfico de probabilidades y la marcación de cantidades de individuos. A esta combinación debería agregarse la observación de líneas de crecimiento en la concha e idealmente su correlación con las líneas del opérculo.

Según Lozada *et al.* (1976) el reclutamiento de ejemplares de *C. concholepas* ocurre en otoño e invierno prolongándose en el área de Concepción hasta primavera y parte del verano. Pese a que no constataron ingreso de ejemplares de tallas inferiores a 45 mm, el desplazamiento de las modas por sobre 50 mm les permitió concluir que el crecimiento de las poblaciones de Punta Saliente, Coquimbo y Talcahuano, variaba entre 2,2 y 6,0 mm de incremento medio mensual con una predominancia de 3.0 mm. Valores similares se han obtenido en controles ahora en curso efectuados en el área de Montemar, a partir de ejemplares marcados desde aproximadamente 20 mm de longitud total, lo que sugiere una posible equivalencia de ritmos para diversas poblaciones de la zona central del país. De igual relevancia para este trabajo sería el constatar que esos valores permiten calcular un ritmo de crecimiento anual comparable al obtenido en el análisis gráfico de las muestras de Montemar.

Los valores de crecimiento mensual deducidos por Tobella (1975) a partir de una fijación intensa de balánidos son considerablemente más altos que los aquí considerados.

## APENDICE

COMPARACION DE RELACIONES BIOMETRICAS EN *C. CONCHOLEPAS*  
Y *C. CONCHOLEPAS FERNANDEZIANUS*

Schwabe (1959) en un estudio de muestras de *C. concholepas* provenientes de 10 localidades diferentes, concluyó que utilizando ocho índices (ancho/largo; alto/largo; peso/largo; etc.) podían

caracterizarse y diferenciarse unas de otras, estableciendo como zona óptima de desarrollo de la especie al litoral comprendido entre Corral y Valparaíso. Hacia el norte se constataría no sólo una

disminución de tamaño, sino que también un aumento relativo de la longitud respecto del ancho y de los coeficientes de variación para las distintas medidas.

Según Stuardo (1979) pareciera haber efectivamente una disminución de tamaño promedio en las poblaciones del norte del país, pero el aumento de los coeficientes de variación constatado por Schwabe (op. cit.) podría explicarse mejor como una diferenciación producto de un proceso de especialización más que como gradación de una simple variación clinal. Al menos, la abundancia de las poblaciones en el norte de Chile (si no necesariamente la intensidad de su explotación), parece ser comparable con la de las poblaciones del centro. Indudablemente, el aislamiento genético de las poblaciones que forman los extremos de una variación clinal es el camino más corto a la especiación y, es justamente esta condición, junto a las características biológicas y ecológicas adaptativas de esta especie en habitats muy diferentes, la que se demostraría en las poblaciones de las islas Juan

Fernández para las que se ha propuesto un rango subspecífico.

Es también efectivo que las poblaciones locales de *C. concholepas* en la parte central de Chile presentan relaciones biométricas diferentes, como lo han corroborado Lozada *et al.* (1976) estudiando muestras en un ciclo anual en diversos puntos de la costa, lo que apoya la aseveración de Schwabe (op. cit.) que las poblaciones de localidades diferentes podrían reconocerse por sus índices.

Este tratamiento estadístico plantea la necesidad de precisar las causas de tal variación, considerando todos los antecedentes biológicos disponibles, para evitar sobrevalorar la correlación de dos o más caracteres merísticos que no muestren diferencias estadísticamente significativas, en desmedro de su posible valor taxonómico y de diferencias anatómicas, ecológicas o de distribución no directamente identificables en los caracteres correlacionados.

Las figuras 6 a 9 ilustran comparativamente el caso de relaciones morfométricas en muestras de *C. concholepas* y *C. concholepas fernandezianus*.

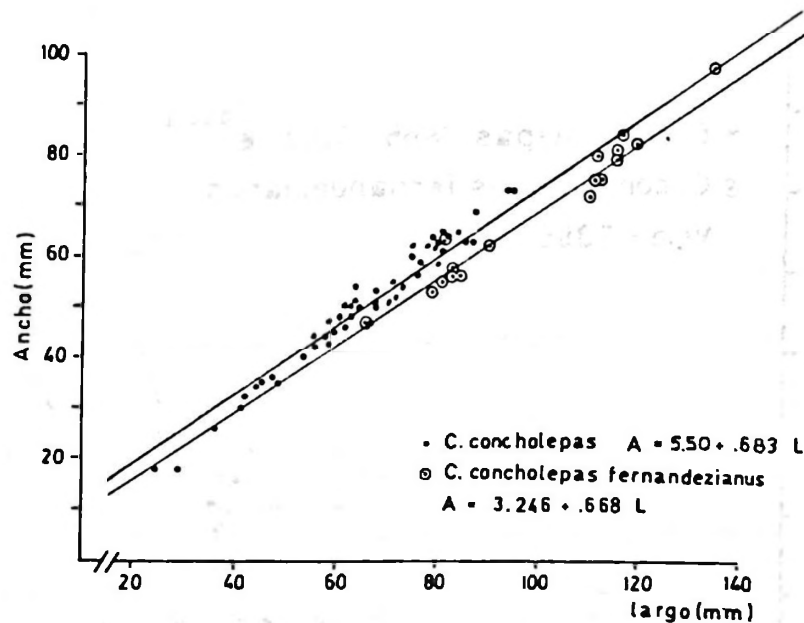


Fig. 6 Relación Largo/Ancho de la concha en muestras de *C. concholepas* (N = 50) y *C. concholepas fernandezianus* (N = 16).

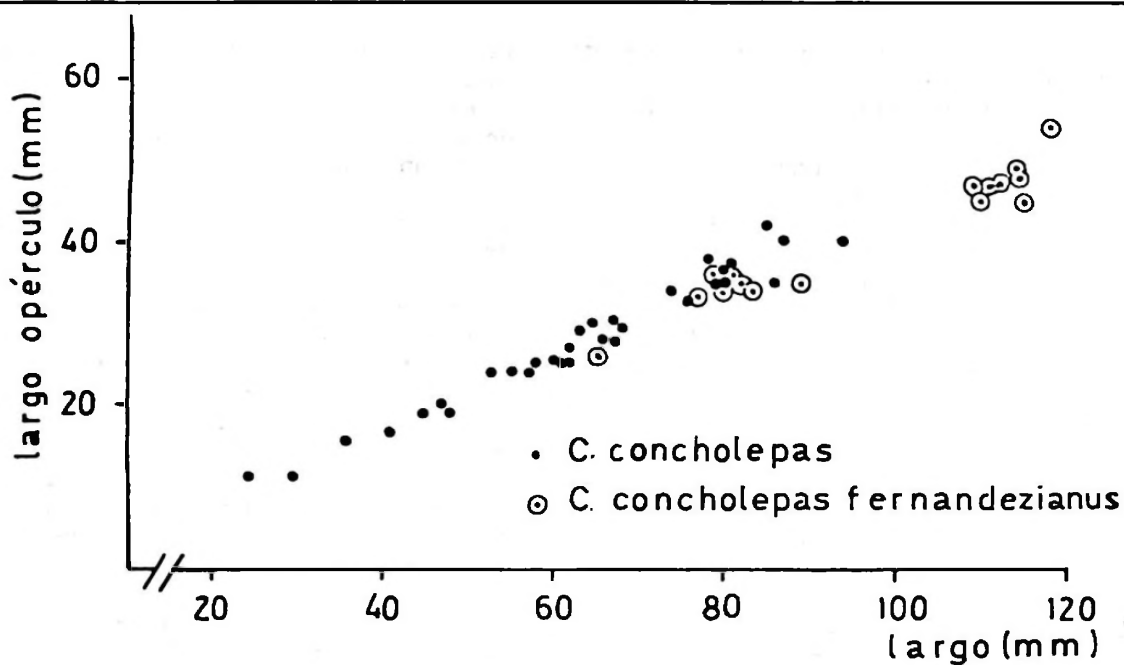


Fig. 7 Relación Largo de la concha/Largo del opérculo en muestras de *C. concholepas* (N = 33) y *C. concholepas fernandezianus* (N = 16).

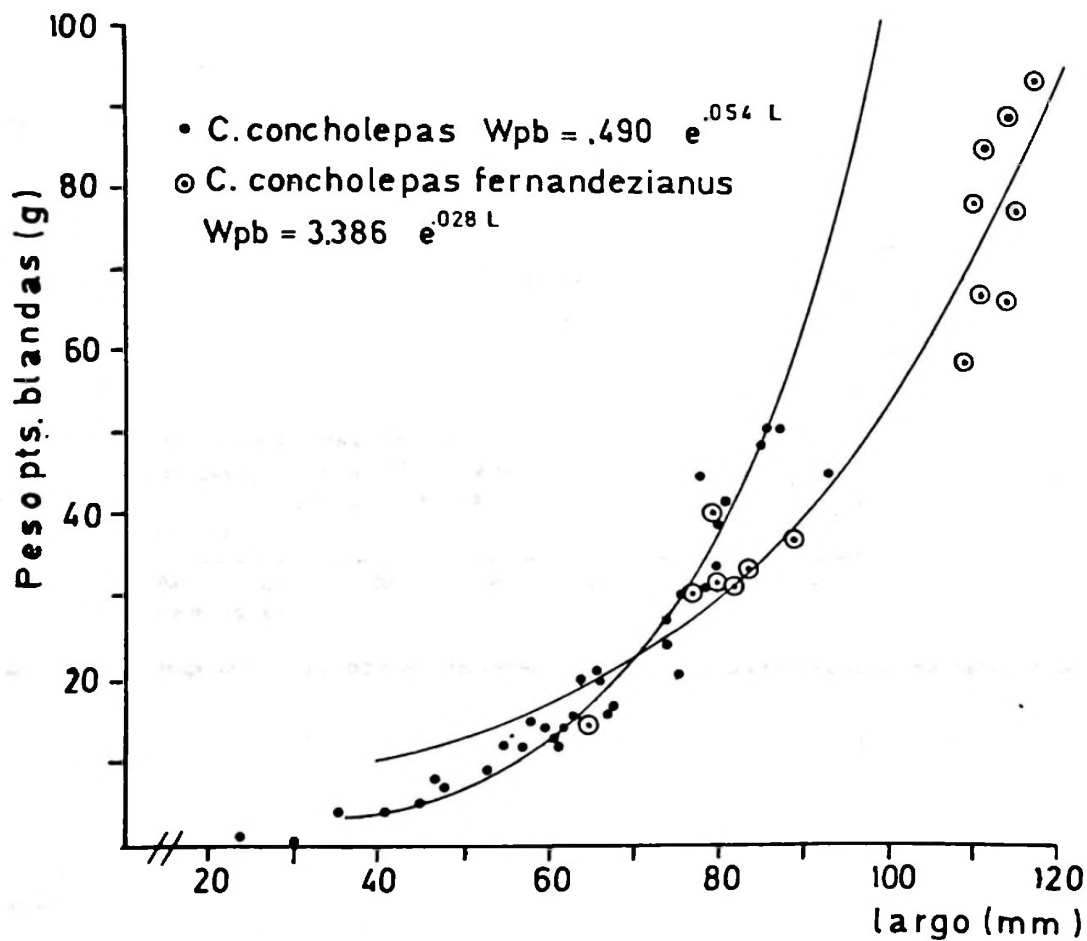


Fig. 8 Relación Largo de la concha/peso de las partes blandas en muestras de *C. concholepas* (N = 33) y *C. concholepas fernandezianus* (N = 16).

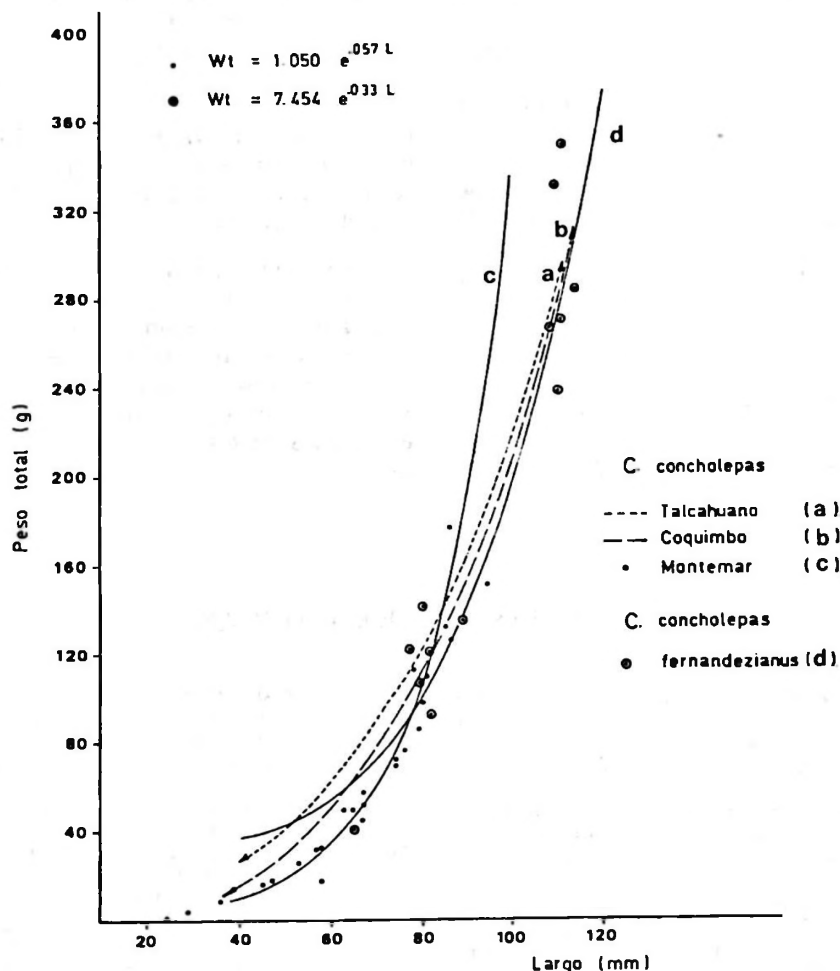


Fig. 9 Relación Largo de la concha/peso total en muestras de *C. concholepas* (N = 33) y *C. concholepas fernandezianus* (N = 16).

Stuardo (1979) ha concluido que la subespecie de Juan Fernández es comparativamente más larga (en relación al ancho máximo) que *C. concholepas* de la costa central de Chile. En la figura 6 se ha plotado el ancho y largo de 16 paratipos de *C. concholepas fernandezianus* contra 50 ejemplares de *C. concholepas* de Montemar. Ambas muestras presentan líneas de regresión objetivamente diferentes pero estadísticamente similares según test de covarianza para diferenciar pendientes. Los valores respectivos son:  $A = 5.50 + .683 L$  para *C. concholepas* y  $A = 3.246 + .668 L$  para *C. concholepas fernandezianus*. La similitud estadística observada para las pendientes de ambas relaciones reforzaría el concepto expresado por Miranda y Acuña (1979) de la existencia de una tasa instantánea de crecimiento propia de la especie, explicándose la diferencia del tamaño inicial por condiciones ambientales propias de los dis-

tintos lugares de procedencia de las muestras, la que produciría las variaciones ulteriores (o posteriores).

Diferencias de una magnitud similar fueron obtenidas por Lozada *et al.* (1976 : 14, fig. 8) en dos poblaciones vecinas de Caleta Leandro y Talcahuano, aunque sus líneas de regresión a diferencia de la figura 6 se unen por sobre los 14 cm de longitud. Si bien es obvio que la relación entre largo y ancho de la concha demuestra en *C. concholepas* una variabilidad ya señalada por los índices de Schwabe (1959), no puede descartarse la posibilidad de una variabilidad menor de esta relación en las poblaciones de Juan Fernández.

Valores de regresión diferentes se obtienen también al plotear el largo de la concha con el largo mayor del opérculo (puede considerarse como ancho si se identifica con los ejes de la concha). (Fig. 7). Los valores calculados son:  $L_{op} = - 2.16$



+ .475  $L_C$  para *C. concholepas* y  $L_{Op} = -.483 + .427 L_C$  para *C. concholepas fernandezianus*.

Stuardo (1979) ha hecho ver que hay diferencias marcadas en el peso de las partes blandas entre las muestras de *C. concholepas* y *C. concholepas fernandezianus* aquí estudiadas. Principalmente, la masa muscular del pie aparece en las muestras de Juan Fernández de menor grosor (y por ende de menor peso), lo que se comprueba además en la impresión muscular del pie en la concha. La relación establecida en ambos casos, representada en la figura 8, corresponde a los siguientes valores:

$W_{pb} = .490 e.054 L$  en *C. concholepas* y

$W_{pb} = 3.386 e.028 L$  en *C. concholepas fernandezianus*.

Al considerar el peso total de las dos muestras

anteriores, las diferencias se mantienen, sin embargo, al plotear en un mismo gráfico los resultados obtenidos por Lozada *et al.* (1976) comparando poblaciones de *C. concholepas* de Coquimbo y Talcahuano, no se observan diferencias respecto de *C. concholepas fernandezianus* (Fig. 9). Es conveniente aclarar, sin embargo, que los valores de ajuste de Lozada *et al.* (op. cit) se obtuvieron por un método diferente.

Esta comparación estadística sugiere que las relaciones biométricas empleadas y su comparación con la información similar publicada, no aclaran la diferenciación de la subespecie de Juan Fernández. Deberá estudiarse un mayor número de muestras y de individuos para precisar la representatividad estadística de los caracteres taxonómicos considerados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AVILES, S. y E. LOZADA. 1975. Estudio histológico del ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) en Punta Saliente, Coquimbo, Boletín Sociedad Biología de Concepción. 49 : 207 - 218, 4 figs.
- CASSIE, R.M. 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Australian Journal of Marine and Freshwater Research. 5 (3) : 513 - 522, 4 figs. 8 tablas.
- CASTILLA, J.C. 1976. A unique mollusc. Sea Frontiers 22 (5) : 302 - 304, 2 figs.
- FUJI, A. 1963. On the growth of the sea urchin, *Hemacentrotus pulcherrimus* (A. Agassiz). Bulletin Japanese Society of Scientific Fisheries 29 (2) : 118 - 126, 6 figs., 2 tablas.
- HARDING, J.P. 1949. The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. Journal of the Marine Biological Association of the UK 28 : 141 - 153 6 figs., 2 tablas.
- IWAO, T. 1950. Morphological observations on the gastropod operculum. Venus, Kyoto. 16 (1 - 4) : 197 - 207, 2 figs., 1 tabla.
- LOZADA, E., M.T. LOPEZ y R. DESQUEYROUX. 1976. Aspectos ecológicos de poblaciones chilenas de Loco *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) (Mollusca, Gasteropoda, Muricidae) Biología Pesquera Chile 8 : 5 - 29, 21 figs., 6 cuadros, 1 anexo.
- MIRANDA, O. 1975. Crecimiento y estructura poblacional de *Thais (Stromanita) chocolata* (Duclos, 1823) en la bahía de Mejillones del Sur, Chile. (Mollusca, Gasteropoda, Thaididae). Revista Biología Marina, Valparaíso 15 (3) : 263 - 286, 13 figs., 9 tablas.
- MIRANDA, O. y E. ACUNA. 1979. "*Mytilus edulis chilensis* (Hupé, 1854) en Cabo Negro (Provincia de Magallanes) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae)". Revista Biología Marina Departamento de Oceanología, Universidad de Chile. 16 (3): 331 - 353, 12 figs., 14 tablas.
- SCHWABE, G.H. 1959. Biometrische Daten zur Schale von *Concholepas concholepas* (Bruguière) (Moll. Muricidae) en der chilenischen Küste und ihr ökologischer Indikatorwert. Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie 44 (3): 449-462, 9 figs., 5 tablas.
- STUARDO, J. 1979. Sobre la clasificación, distribución y variación de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) : un estudio de taxonomía beta. Biología Pesquera Chile 12.
- TOBELLA, G. 1975. Crecimiento de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) (Moll. Gast. Muricidae). Boletín Sociedad de Biología de Concepción 49 : 185 - 189, 1 fig., 2 tablas.



**Esta publicación ha sido  
financiada por la  
Subsecretaría de Pesca.**

## INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

El Comité Editor revisará críticamente los manuscritos, reservando su derecho de consultar otros especialistas. El Comité Editor decidirá el orden de publicación de los trabajos.

Sólo se aceptarán originales inéditos. En casos especiales, previo acuerdo del Comité, podrán aceptarse otros trabajos cuya importancia justifique su reimpresión.

Los trabajos deben ser enviados en triplicado, dactilografiados por un solo lado, a doble espacio, en hojas tamaño carta.

Sólo deben subrayarse en el texto del trabajo los nombres científicos que correspondan a género, subgénero, especie y subespecie.

Los autores deberán indicar, al pie de la primera página, el nombre de la institución a la cual pertenecen y la respectiva dirección postal.

En cuanto al texto del trabajo se recomienda en general seguir el siguiente esquema:

1. Título. En español e inglés. Deberá ser corto y preciso. 2. Abstract. 3. Resumen. 4. Introducción. 5. Material y Método. 6. Resultado. 7. Discusión. 8. Referencias bibliográficas, sólo se incluirán las citadas en el texto.

Ejemplo de cita de revistas: Autor y fecha, título completo del trabajo, título completo de la publicación, número del volumen subrayado, número del fascículo entre paréntesis, primera y última página del trabajo precedida por dos puntos.

KANEKO, T.; R.R. COLBELL; F. HAMONS. 1975. Bacteriological studies of Wicomico River soft-shell clam (Mya arenaria) mortalities. Cheseapeake Science **45** (1) : 3-13.

Ejemplo de cita de libros:

HARVEY, H.W. 1955. The chemistry and fertility of sea waters. Cambridge. University Press, 2224 p.

BIDDER, A.M. 1966. Feeding and digestion in Cephalopods. En: Physiology of Mollusca. 2: 97-124. K.M. Wilbur and C.M. Young (ed.) New York, Academic Press.

WILBUR, K.M. and C.M. Young (ed.) 1966. Physiology of Mollusca. New York, Academic Press, 2, 645 p.

Cuando un autor cita un texto o se refiere a un documento, se hará referencia a la fuente bibliográfica citando autor y año.

Las abreviaturas que se indican a continuación, se usarán solamente cuando se repitan referencias en la misma página o en la página opuesta:

ibid. (ibidema = en la misma obra)

id. (idem = del mismo autor)

loc. cit. (loco citado = en el lugar citado)

op. cit. (opere citato = obra citada)

Los gráficos, mapas, dibujos y fotografías que se incluyan en el texto deben denominarse "figuras". Los gráficos, mapas y dibujos deberán hacerse con tinta china negra. Las tablas y figuras deberán ser numeradas en secuencias separadas, con números árabes; sus leyendas serán cortas y precisas, deberán tener anotada en el reverso el nombre del autor y título del trabajo.

Los autores recibirán una prueba de imprenta que deberán devolver corregida de inmediato. Estas correcciones se referirán sólo a errores de composición.

El o los autores recibirán 50 separatas por trabajo en forma gratuita.

Los trabajos deberán enviarse a:

Director Revista Biología Pesquera

Servicio Nacional de Pesca.

Biblioteca. Teatinos 120 - 8º piso

Santiago.



# BIOLOGIA PESQUERA . 12

## CONTENIDO

Sobre la clasificación, Distribución y Variación de <i>Concholepas concholepas</i> (Bruguère, 1789): Un Estudio de Taxonomía Beta . . . . .	5 - 38
[On the Classification, Distribution and Variation of <i>Concholepas concholepas</i> (Bruguere, 1789): A Study of Beta Taxonomy].	
J. Stuardo	
Estudios Sobre la Sangre y la Actividad Cardíaca del Corazón del <i>Concholepas concholepas</i> . . . . .	39 - 49
[Studies on Blood and Cardiac Activity of the Heart from <i>Concholepas concholepas</i> ].	
P. Ward, G. Flores, M. Krauskopf y J. Concha	
Consumo de Fructuosa 1-6 Difosfato en Músculo de <i>Concholepas concholepas</i> y Algunas Propiedades de la Piruvato Quinasa . . . . .	51 - 58
[Fructose 1,6 - Diphosphate Utilization and some Properties of Piruvate Kinase from the Muscle of <i>Concholepas concholepas</i> ].	
A. Morán, R. González y S. Muñoz	
Conocimiento Científico Actual sobre Reproducción y Desarrollo de <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca:Gastropoda:Muricidae) . . . . .	59 - 70
[Present Scientific Knowledge on the Reproduction and Development of <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca:Gastropoda:Muricidae)].	
.. Remoino	
Análisis Histológico del Ovario de <i>Concholepas concholepas</i> (Bruguère, 1789) (Gastropoda:Muricidae) . . . . .	71 - 77
[Histological Analysis of the Ovary in <i>Concholepas concholepas</i> (Bruguere 1789) (Gastropoda:Muricidae)].	
L. Huaquin	
El Ciclo Vital del Muricidae <i>Concholepas concholepas</i> y Consideraciones sobre sus Primeras Fases de Vida en el Bentos . . . . .	79 - 89
[The life Cycle of the Muricid <i>Concholepas concholepas</i> With Considerations About its First Lenthonic Stage].	
C. Galardo	
<i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca: Gastropoda: Muricidae): Postura de Cápsulas en el Laboratorio y la Naturaleza . . . . .	91 - 97
[ <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca: Gastropoda: Muricidae): Laying of Egg Capsules in the Laboratory and Nature]	
.. C. Castilla	
Aspectos Ecológicos y Conductuales Relacionados con la Alimentación de <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca:Gastropoda:Muricidae) . . . . .	99 - 114
[Ecological and Behavioural Considerations Related to the Feeding of <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca: Gastropoda: Muricidae)].	
J.C. Castilla, Ch. Guisado y J. Cancino	
Principales Depredadores de <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca: Gastropoda: Muricidae) y Observaciones Preliminares sobre Mecanismos Conductuales de Escape y Defensa . . . . .	115 - 123
[Main Predators of <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca: Gastropoda: Muricidae) and Preliminary Observations About Behavioural Mechanisms of Escape and Defense].	
J.C. Castilla y J. Cancino	
Conducta de Alimentación Nocturna de <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca:Gastropoda:Muricidae) . . . . .	125 - 130
[Nocturnal Feeding Behaviour of <i>Concholepas concholepas</i> (Mollusca:Gastropoda:Muricidae)].	
J. C. Castilla y Ch. Guisado	
Una Estimación de Clases Anuales y Crecimiento Relativo en Muestras de Dos Poblaciones de <i>Concholepas concholepas</i> (Bruguère 1789) . . . . .	131 - 142
[An Estimation of Annual Classes and Relative Growth on Samples of Two Populations of <i>Concholepas concholepas</i> (Bruguere 1789)].	
E. Acuña y J. Stuardo.	