

Manual: El Cultivo del Loco (*Concholepas concholepas*)



Proyecto: "Diversificación de la
Acuicultura en la X Región"
FONDEF D96 I 1101



Junio - 2001



División de Acuicultura
Instituto de Fomento
Pesquero

PRESENTACIÓN

El loco (*Concholepas concholepas*) es un molusco muy apreciado en Chile por su valor culinario y comercial. Conchales encontrados en el norte y centro de Chile datados entre 7000 a 2000 A.C. y entre 2000 A.C. a 1500 D.C. indican que fue utilizado desde muy antiguo como un recurso alimentario por grupos humanos costeros (Schiappacasse & Niemeyer, 1964; Montané, 1964; Rivera 1977-1978; Berdichewsky, 1964; *fide* Castilla, et al., 1985)

La pesquería del loco mostró un crecimiento explosivo en los años setenta aumentando los desembarques desde 4.000 toneladas anuales a cerca de 25.000 a comienzos de los ochenta, orientándose la producción principalmente a Japón a la forma de conserva (Fig.1).

Este auge extractivo y exportador tuvo consecuencias negativas para las poblaciones de loco y en 1985 al detectarse en los desembarques un gran número de ejemplares bajo la talla mínima legal (100 mm), la autoridad pesquera decreta un cierre de la pesquería por dos años en casi todo el país (excepto en las Regiones X, XI y XII). En los siguientes años, las medidas de manejo de la pesquería, han contemplado la asignación de cuotas de captura en cortos periodos de extracción, veda total en el país desde 1988 hasta 1992 y cuotas individuales de pesca como ocurre desde el año 1993 las cuales cambian de acuerdo al estado de situación del recurso. Este régimen de explotación conocido como "régimen bentónico de explotación" asigna una *cuota total de extracción para cada región* administrativa del país, la que es considerada para calcular *cuotas individuales* de extracción que se les otorga a los pescadores artesanales inscritos en los registros de Sernapesca como buzos mariscadores.

Dada la importancia pesquera de este recurso endémico, desde fines de los años ochenta, el Instituto de Fomento Pesquero, desarrolló una línea de investigación tendiente a generar bases biológicas y tecnológicas para el cultivo y repoblamiento del loco así como para otros recursos bentónicos altamente demandados y en una situación de explotación similar (erizo, ostión del norte y más tarde almeja). La producción de semillas de estos recursos bajo condiciones controladas, experiencias de repoblamiento y cultivos, han constituido un quehacer ininterrumpido del IFOP realizado a través de diversos proyectos entre los que cabe destacar "Investigación Repoblamiento Recursos Bentónicos Area Piloto IV Región en sus etapas II, III, IV y V y el proyecto FONDEF 96 1101" Diversificación de la Acuicultura en la X Región" que da origen a esta publicación.

Esta contiene, información biológica y ecológica sobre la especie y sobre su cultivo y los autores esperan que constituya una herramienta básica para quienes están interesados en la producción controlada de este notable molusco.

Autores

Eduardo Bustos R.
Floencia Navarrete V.

Colaboradores

S. Medrano
I. Lee
M. Soledad Toledo

Diseño Gráfico: Mathias Rée P.

Producción: ComSur Ltda

Impresión: Gutenberg, Talca

Este documento deber ser citado como:

Bustos, E. y F. Navarrete. 2001. Manual: El cultivo del Loco (*Concholepas concholepas*).

Proyecto FONDEF D9611101.

IFOP, Chile. 32pp.

©MMI Instituto de Fomento Pesquero

Registro de Propiedad Intelectual Número 120.479

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS.

PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE MANUAL SIN AUTORIZACIÓN PREVIA DE LOS AUTORES.

Versión digital y corrección

Mario Recabal M.

Introducción	6
1. Biología y Ecología de <i>C. concholepas</i>	8
1.1 Taxonomía	8
1.2 Distribución y Habitat	8
1.3 Anatomía y Fisiología	8
1.3.1 Anatomía general de las partes blandas	9
1.3.2 Fisiología	10
1.3.2.1 Sistema digestivo	10
1.3.2.2 Sistema circulatorio	13
1.3.2.3 Sistema excretor	14
1.3.2.4 Sistema nervioso	14
1.3.2.5 Sistema reproductor	14
1.4 Reproducción y Desarrollo	15
1.4.1 Cópula y postura de cápsulas	15
1.4.2 Fecundidad	15
1.4.3 Ciclo reproductivo	15
1.4.4 Talla mínima de madurez sexual	16
1.4.5 Ciclo de vida	16
1.5 Ecología de <i>C. concholepas</i>	16
1.5.1 Crecimiento	16
1.5.2 Interacciones ecológicas	18
2 El Cultivo de <i>Concholepas concholepas</i>	19
2.1 Requerimientos generales	19
2.1.1 Infraestructura y equipamiento	19
2.1.2 Red de agua de mar	19
2.1.3 Red de aire	20
2.1.4 Alimentación	20
2.2 Etapas del cultivo	21
2.2.1 Obtención de oviposturas	21
2.2.2 Incubación de cápsulas	22
2.2.3 Cultivo larval	23
2.2.4 Masificación del cultivo larval	25
2.2.5 Inducción a la metamorfosis	26
2.2.6 Cultivo de juveniles	27
2.2.7 Cultivo de engorda	27
<i>Inserción: Presas y conducta alimentaria</i>	12
<i>Inserción: Depredadores y mecanismos de defensa</i>	18
Bibliografía	29

Introducción

Las únicas especies de gastrópodos cultivados a nivel mundial son herbívoros del tipo *Haliotis spp.* y *Strombus spp.* de tal manera que no existen cultivos realmente comparables al del loco en otras partes del mundo. El sustituto para el cultivo está dado por las capturas de animales silvestres, las cuales están sujetas a vedas y restricciones que impiden un abastecimiento regular a las industrias procesadoras y exportadoras del recurso. En el último tiempo puede considerarse como una alternativa, el abastecimiento a partir de áreas de manejo^{K)} cuyo recurso objetivo es el loco. Estas áreas hoy en día se concentran de manera importante en las Regiones III, IV, y V de Chile. En 1999 se autorizó la extracción de loco desde 13 áreas y la captura o "cosecha" logró transarse a mejor precio que el desembarque proveniente de áreas históricas de pesca, pero existen restricciones como aquella que la cosecha debe ajustarse a los periodos de extracción de las áreas históricas, lo cual no favorece la actividad. (Barahona, 2000). Así, estas

áreas no están exentas de dificultades para rendir los frutos económicos que se espera de ellas, ya sea por factores legales de su explotación como por aspectos de manejo biológico y ecológico de las mismas.

De tal manera que el cultivo del loco, representa una alternativa de diversificación productiva, especialmente en aquellas regiones en que existe una importante capacidad ociosa de procesamiento y donde las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos son aún de desarrollo incipiente como en la X Región. A ello se suma que *C. concholepas* continua siendo un recurso altamente "interesante", como se muestra en la figura 2 ya que no obstante disminuir el volumen exportado, los precios muestran una tendencia al alza a partir de 1995.

El cultivo resulta particularmente atractivo, para empresas interesadas en integrarse verticalmente hacia atrás dada la importancia estratégica que ha alcanzado el acceso y disponibilidad de la materia prima

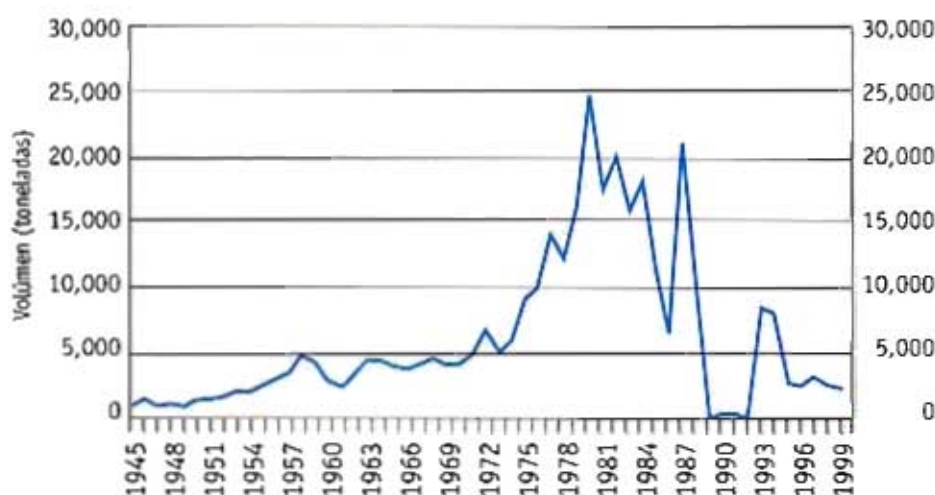


Fig. 1: Desembarque de *C. concholepas* 1945 - 1999

^{K)} Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos: "aquella zona geográfica delimitada entregada por el Servicio Nacional de Pesca, a una organización de pescadores artesanales legalmente constituida, para la ejecución de un proyecto de manejo y explotación de recursos bentónicos, con la administración pesquera. El proyecto de manejo y explotación podrá comprender actividades de acacultura, siempre que ellas no afecten las especies naturales del área, y cumplan con las normas establecidas al efecto en el Reglamento sobre Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos, Título 1; Art. 4.

en la actividad industrial. Sólo en la X Región existen aproximadamente 35 plantas de proceso, varias de las cuales se dedican a la línea de congelado y conserva de loco.

Técnicamente, para el cultivo del loco se han ido superando una serie de etapas: mantención de reproductores, obtención de oviposuras, cultivos larvales, inducción a la metamorfosis entre otros y que se exponen en este manual. Sin embargo, uno de los aspectos que no está suficientemente desarrollado y sobre el que es

necesario investigar y optimizar, es la alimentación de estadios juveniles y adultos la que es crítica para el éxito económico del cultivo. Hasta el momento, para cultivar estos estados es necesario implementar un sistema de cultivo de mitilidos paralelo, que asegure la disponibilidad de alimento vivo. El costo de la dieta viva depende de las condiciones locales e infraestructura disponibles. Por ello, el IFOP continuará investigando en este aspecto y optimizando lo ya logrado.

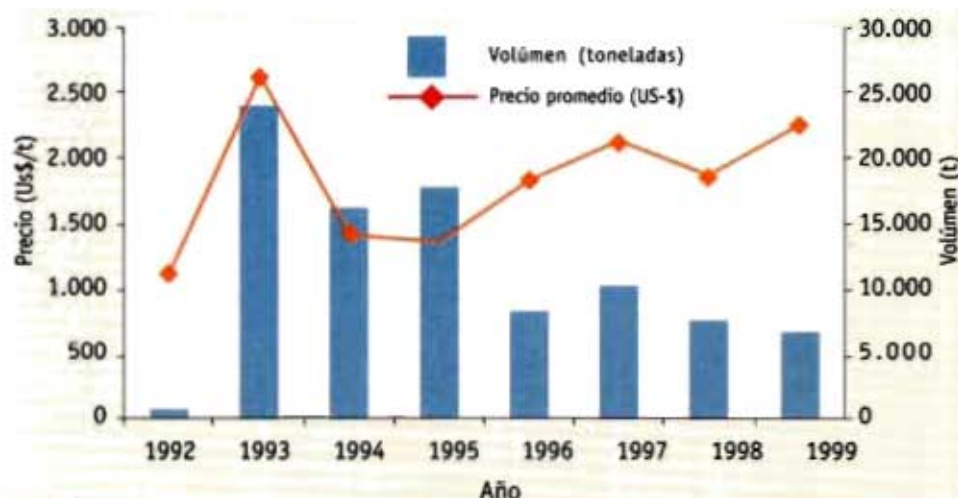


Fig. 2: Evolución de precios y volúmenes de exportación de *C. concholepas* 1992 - 1999

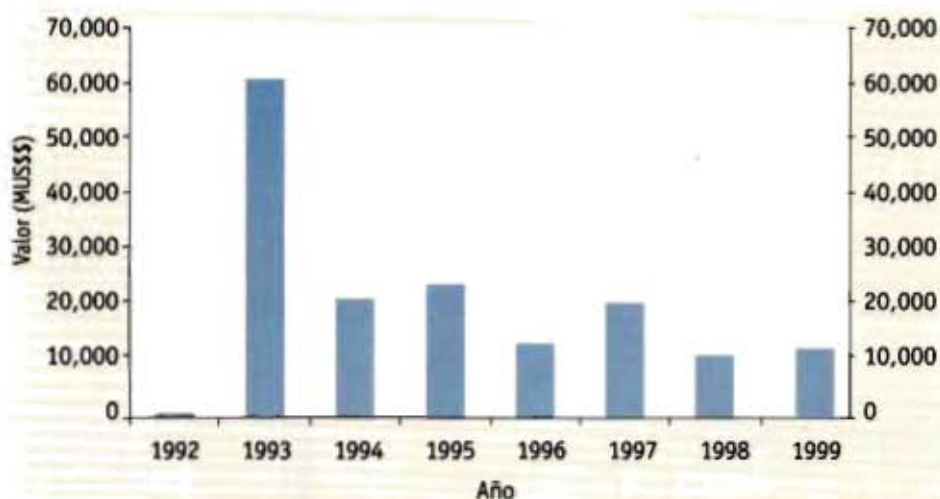


Fig. 3: Evolución del valor de las exportaciones de *C. concholepas* 1992 - 1999.

Nota: la disminución del valor se debe a la caída del volumen exportado.

Existen numerosos estudios sobre esta especie, que abarcan desde aspectos taxonómicos hasta biotecnológicos. La información está disponible en revistas especializadas, tesis de grado, informes de proyectos y prácticas, entre otros.

El presente capítulo, se basa en aquellos trabajos más relevantes para entender la organización estructural, funcionamiento y aspectos ecológicos de la especie los que en conjunto aportar: más y mejores elementos para comprender el capítulo segundo referente a su cultivo.

1.1. Taxonomía

El "Loco" (*Concholepas concholepas*, Bruguière, 1789) es un molusco gastrópodo de la familia Muricidae. Características taxonómicas y aspectos filogenéticos de la familia así como de la especie, se discuten con profundidad en el trabajo de Stuardo (1979).

CLASIFICACION TAXONOMICA DEL LOCO

Reino	:	Animal
Phylum	:	Mollusca
Clase	:	Gastropoda
Subclase	:	Prosobranquia
Orden	:	Neogastropoda
Superfamilia	:	Muricea
Familia	:	Muricidae
Subfamilia	:	Muricinae
Género	:	<i>Concholepas</i>
Especie	:	<i>Concholepas concholepas</i>

1.2. Distribución y Hábitat

El loco es una especie endémica del Pacífico Sur Oriental y se distribuye desde Lobos de Afuera (Perú), hasta Cabo de Hornos (Chile), incluyendo las islas de Juan Fernández (Sánchez Romero, 1973 *vide* Stuardo *op.cit.*).

Habita desde el intermareal hasta el submareal en lugares rocosos de "alta energía", es decir con oleaje más o menos fuerte y pendientes pronunciadas, alcanzando profundidades de hasta 40 m. Comúnmente se le encuentra conformando bancos o agregaciones que se densifican en la época reproductiva y que los pescadores llaman "maicillo".

1.3 Anatomía y Fisiología

La organización estructural y funcional del loco, corresponde en líneas generales a lo que se ha descrito para los moluscos gastrópodos prosobranquios (Fretter y Graham 1962 *vide* Huaquín, 1966). Es posible entonces, distinguir:



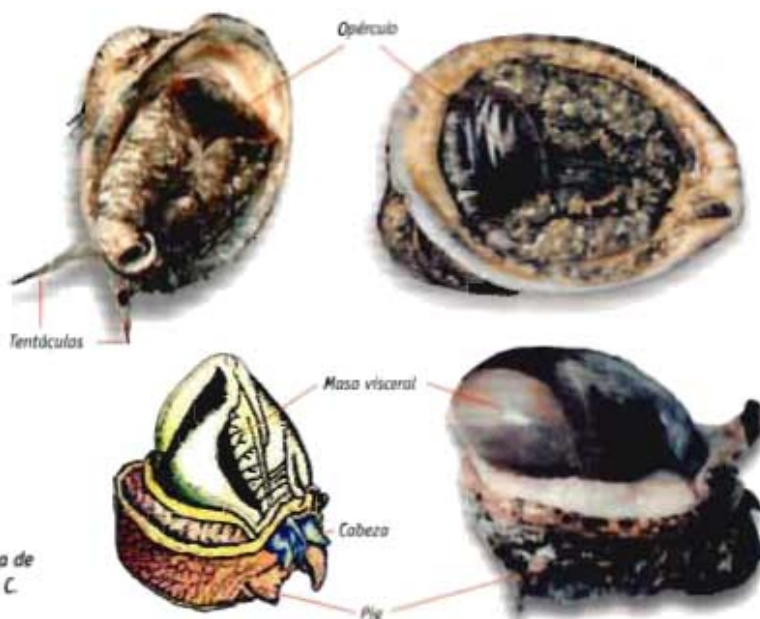
Vista interna y externa de una concha de *C. concholepas*

La Concha

La cual rodea y brinda protección a las partes blandas del animal. En *C. concholepas*, ésta es ovalada y cóncava, de pared bastante gruesa. Su superficie externa es de color gris amarillento y se encuentra recorrida por estrias radiadas solevantadas y por formaciones transversales que presentan levantamientos en formas de pliegues, los que indican los progresivos períodos de crecimiento del individuo. Su superficie interna es nacarada, de color amarillo rosáceo, de aspecto suave y brillante.



1.3.1 Anatomía general de las partes blandas



Fotografías y esquema de las partes blandas de *C. concholepas*

Las Partes Blandas, constituidas por:

A. La cabeza, donde se ubican los tentáculos y los ojos y cuya principal función es la de recepción de estímulos del medio.

B. El pie o músculo pedal cuya principal función es la locomotora.

C. La masa visceral que contiene la mayor parte de los órganos vitales.

1.3.1. Anatomía General de las Partes Blandas

A. Cabeza

Es bastante reducida con relación al resto del cuerpo y en ella se pueden observar las siguientes estructuras:

Tentáculos

Los tentáculos (2) son órganos sensoriales muy sensibles a estímulos táctiles. Tienen forma de dedo, emergen por debajo de la concha cuando el animal comienza a explorar el ambiente, alcanzando una longitud de hasta 40 mm. El color es semejante al del pie, blanco amarillento, con manchas oscuras, diseminadas en toda su extensión.

Ojos

Los ojos se encuentran en la región lateral y externa de los tentáculos, en la mitad de su longitud. Son dos manchas más oscuras y se estima que actúan como simples detectores de luz.

Pene

Este órgano se encuentra sólo en los machos, ubicado en la región de la cabeza,

sobre la base del tentáculo derecho. En él se pueden distinguir dos regiones: una gruesa, muscular y aplastada; y otra filamentosa y muy delgada, alcanzando en su extremo solo 0,5 mm de diámetro. Completamente relajado puede alcanzar una longitud de hasta 50 mm.

B. Pie o Músculo Pedal

Corresponde a la gran masa muscular basal, que es la parte comestible del animal. Su forma es ovalada y presenta a primera vista un color gris oscuro.

La región ventral del pie se encuentra constantemente lubricada con una secreción mucosa, originada en su mayor parte por la **glándula pedal anterior**; ésta mucosidad cumple una función lubricante y adhesiva en la locomoción del animal.

En las hembras, se puede observar otra glándula en el pie, la **glándula pedal ventral**, cuyas secreciones cumplen una función en la fijación de las cápsulas ovígeras que ésta deposita en las rocas (ver el punto 1.4.1.).

Arias (1983) descubrió en el pie de juveniles de la especie, la presencia de una glándula evertible, característica de los murícidos, llamada **órgano accesorio perforante (ABO= Accessory Boring Organ)**, la cual cumple una importante función en la actividad perforadora de este animal sobre presas con estructuras duras. Posteriormente Carriker (1990) la describió en individuos adultos. (ver el punto 1.3.2.).

LITERATURA SOBRE BIOLOGÍA DEL LOCO

Conocimiento básico sobre la morfología externa y variación de la concha se puede encontrar en los trabajos de Schwabe (1959); Lambiotte (1975) y Stuardo (1979). Estudios típicamente anatómicos de la especie han sido realizados por Haller (1888), Maldonado (1965) y Huaquín (1966). Entre los estudios anatómo-histológicos referidos a algunos tejidos y órganos se pueden mencionar los trabajos de Krauskopf (1965) y Flores et al (1967) en corazón; los de Flores & Ward (1966); Ward (1966); Ward & Concha (1967) en sangre; el de Maldonado (1966) relacionado con el músculo del pie; el de Guzmán et al (1972) sobre el aparato reproductor masculino; el de Huaquín (1979) sobre ovario y Huaquín et al (1994) sobre morfología e histología del osfradio; los trabajos de Avilés & Lozada (1975) y Ramorino (1975) sobre el ciclo reproductivo de la especie y el de Huaquín y Bustos-Obregón (1981) sobre la espermiogénesis usando microscopía electrónica. Por último, sobre el aparato radular y estructuras presentes en el pie están los trabajos de Arias (1983) y Grüber & Carriker (1979). Entre los estudios fisiológicos destacan los trabajos de Ward et al. (1979) relacionado con la sangre y la actividad eléctrica y mecánica del corazón, y de Ponce et al. (1990) sobre la glándula de Leiblen.

La inserción del pie a la concha, se hace por medio de un músculo en forma de herradura. En la región posterior del pie, se encuentra una lámina dura, ovalada y flexible, con aspecto de cuero, que corresponde al **opérculo**, muy pequeño en relación con el tamaño de la abertura.

C. Masa Visceral

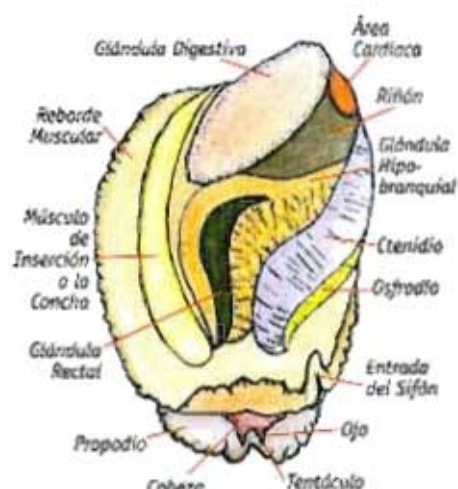


Fig. 4: Órganos de la masa visceral y estructuras del pie y cabeza (Fuente: Huaquín, 1966).

La masa visceral se encuentra sobre el pie, y separada de él por un espacio, la cavidad del manto o la cavidad paleal, comunicada al exterior por encima de la cabeza.

En esta cavidad se distinguen en primer lugar los siguientes órganos (fig. 4):

a) Ctenidio o branquia

El loco posee un solo ctenidio o branquia en forma de hoja, la cual se ubica al lado izquierdo de la masa visceral, cuya función es el intercambio gaseoso.

b) Osfradio

Corresponde a uno de los órganos de los sentidos del animal el cual jugaría un papel primordial en la percepción de los estímulos

relacionados con la composición molecular del medio circulante (Huaquín *et al.*, 1994).

c) Glándula hipobranquial

Es un epitelio glandular mucoso que se encuentra ubicado en el techo de la cavidad del manto, secreta una sustancia mucilaginosa blanquecina, a la que se le atribuye la capacidad de atrapar las partículas extrañas que entran con la corriente de agua a la cavidad del manto, las que luego son expulsadas (Huaquín, 1966).

d) Glándula Rectal

También es denominada **Glándula de la tinta**. Su estructura es alargada, sigmoidea y de color verde oscuro intenso. Secreta una sustancia de color amarillo verdoso en el momento de ser expulsada, la que en presencia de oxígeno y luz se torna gradualmente rosada, hasta alcanzar un color púrpura. Esta descripción de Huaquín *op.cit.* coincide con observaciones de los autores de este manual, realizadas en laboratorio mediante disecciones de algunos ejemplares, pero difiere de lo señalado por Arias (1983), quien afirma que esta glándula, en juveniles, es una extensión o prolongación de la glándula hipobranquial.

Otros órganos o sistemas se abren a la cavidad paleal, vertiendo allí sus productos, tales como: el aparato digestivo, el aparato reproductor y el riñón y sobre los cuales se comenta a continuación.

1.3.2 Fisiología

1.3.2.1. Sistema Digestivo

El aparato digestivo de *C. concholepas* fue detalladamente descrito por Huaquín (1966). En él se distinguen estructuras que forman parte de un tubo digestivo (en U) y una serie de glándulas anexas que participan en el proceso digestivo (fig. 5).

Como parte del tubo digestivo de

C. concholepas se distinguen:

- La proboscis, es una prolongación flexible y retráctil, de forma cilíndrica y hueca que contiene:
- La boca.
- La Cavidad Bucal. El orificio de la boca marca la entrada a esta cavidad, la que dorsalmente se encuentra ocupada por el canal alimenticio y ventralmente por la masa bucal y el aparato radular.



Fig. 5: Organización del Sistema digestivo de *C. concholepas*

Del piso de la cavidad bucal surge la **masa bucal** u **odontóforo**, que corresponde a un voluminoso y complejo aparato muscular cuya función es la de sostener y accionar la rádula.

El **aparato radular** está formado por la **rádula** y el **saco radular**.

La rádula es una larga y angosta cinta longitudinal quitinosa, de aproximadamente 30 mm x 1 mm, sobre la cual se encuentran tres hileras de dientes dispuestas transversalmente, el diente del medio o **raquis** presenta tres cúspides, los dos dientes laterales son simples. Esta rádula se encuentra enfundada en un saco transparente encargado de su producción y reposición, el **saco radular**.

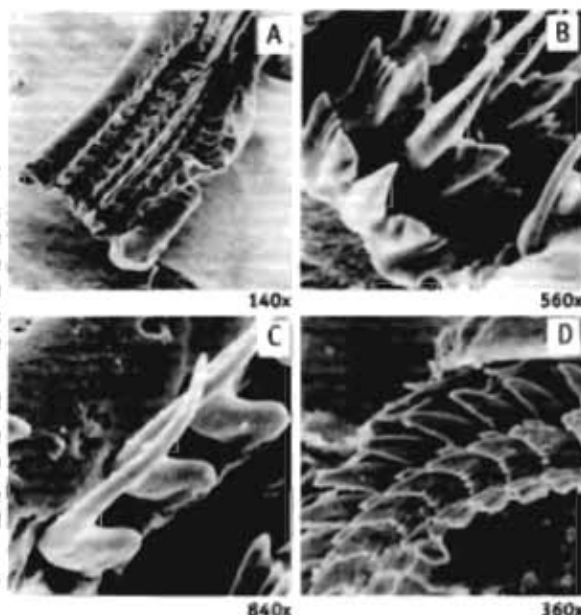


Fig. 6:
Microfotografías
de barrido de
rádulas de
juveniles a
distintos
factores de
ampliación.
A) Vista general
B, D) Diente
raquidiano
C) Diente
lateral
(Fuente: Arias,
1983)

b) **Esófago**, es un tubo, con diámetro variable a lo largo de su recorrido, que une la cavidad bucal con el estómago.

c) **Estómago**, compuesto de una región abultada y otra tubular desde donde emerge el intestino.

d) **Intestino**, es un tubo que se divide en dos regiones, la primera que hace la función propia del intestino y la segunda que es más ancha que la primera, corresponde al recto del animal que termina en el ano el cual desemboca en la cavidad del manto.

Las glándulas que constituyen parte del sistema digestivo son:

a) **Glándulas Salivales**: Son dos pares, sus secreciones inician la digestión del alimento y desembocan en las paredes dorso laterales de la cavidad bucal.

b) **Glándula de Leiblein**: Es una estructura voluminosa, enrollada en espiral alrededor de la aorta y el esófago, en el cual además desemboca. Sus secreciones tienen una importante acción proteolítica contribuyendo a la digestión de las proteínas, antes de llegar al estómago (Ponce *et al.*, 1990).

c) **Glándula Digestiva**: Su secreción desemboca en el estómago para ayudar a digerir el alimento, presenta actividad proteolítica.

d) **Glándula Rectal**: Su función en el sistema digestivo no es clara, pero es incluida por Huaquín (1966) es este sistema.

e) **Glándula Framboisée**: Su función en el sistema digestivo no está investigada.

C. concholepas es un cazador y como tal posee estructuras, conductas y mecanismos que le permiten preda eficientemente e ingerir presas que estén de acuerdo a su tamaño y preferencias (por ejemplo choritos, picorocos, piures, jaibas).

Para la **ingestión** es primordial el uso de su proboscis, la cual introducen al interior de sus presas después que las han capturado o inmovilizado. Mediante la rádula contenida en ella, desgarran los tejidos de las presas y en seguida los succionan e ingieren.

Especialmente en individuos juveniles, previo a la ingestión del alimento, es fundamental el uso del **órgano accesorio perforante (ABO)**.

En la cavidad bucal, las secreciones de las glándulas salivales inician el proceso digestivo, así como también ayudan a lubricar la rádula. El alimento continúa hacia el esófago donde las secreciones de la **glándula de Leiblein** tienen una importante acción proteolítica contribuyendo a la digestión de las proteínas, antes de llegar al estómago (Ponce *et al.*, 1990). La glándula presenta un epitelio cilíndrico, conformado de vellosidades de aspecto similar a las del intestino delgado, típicas de epitelio secretor. Las células presentan vesículas uniformes de gran tamaño y de tinción acidófila (Ponce *et al.*, 1988). Además como en otros murícidos, se le atribuye la prevención de la regurgitación durante la elongación de la proboscis (Fretter y Graham, 1962 *vide* Huaquín, 1966).

Ya en el estómago, las **secreciones de las glándulas digestivas** completan el proceso de digestión de las proteínas.

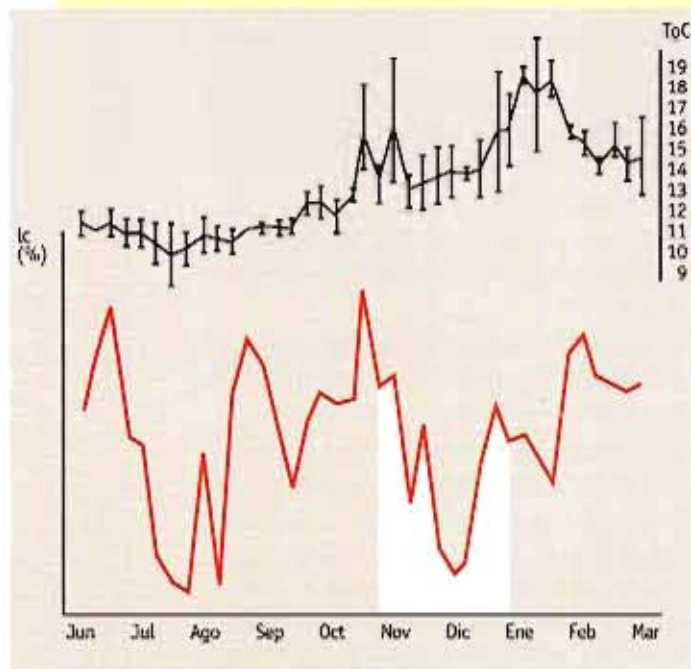


Fig. 7: Consumo (Ic) de *Mytilus chilensis* por ejemplares de *Concholepas concholepas* mantenidos en cautiverio. El área de color blanco corresponde al período de deposición de cápsulas con huevo por parte de los ejemplares hembras. (Fuente: IFOP SGI 92-8)

Se observa una disminución durante los meses de invierno que concuerda con la baja de temperatura y posteriormente entre los meses noviembre a enero; lo que se explica por la época de pastura.



$$Ic = \frac{N^{\circ} \text{ de presas consumidas}}{N^{\circ} \text{ días} \times N^{\circ} \text{ consumidores}} \times 100$$



El loco presenta una compleja conducta alimentaria, asociada a las distintas etapas de su ciclo de vida. Así cuando es una larva véliger pelágica, se alimenta de organismos microscópicos presentes en el plancton, utilizando el mecanismo de filtración a través del movimiento de los cilios de su velo bilobulado.

Ya transformado en un pequeño juvenil, empieza a consumir presas, tales como pequeños mitilidos, cirripedios y briozoos (Castilla et al., 1979). El mecanismo utilizado para ello es el de perforación de las partes duras de sus presas y la posterior succión de sus partes blandas. La perforación es posible gracias a un efecto químico-mecánico: las secreciones ácidas, secretadas por el órgano accesorio perforante (ABO) y la acción de la rádula le permiten la horadación de conchas, u otras estructuras duras (Carriker, 1981; Arias, 1983; Gruber & Carriker, 1990).

Una vez adulto, sus presas son comúnmente animales sésiles tales como picorocos (cirripedios de la especie *Balanus laevis*), mitilidos (choritos como *Mytilus chilensis*, *Semimytilus algosus*, *Perumytilus purpuratus*) y piures (*Pyura chilensis*), y en menor medida otros invertebrados como poliquetos serpulidos y briozoos. También existen registros de que se alimenta de jaibas (*C. plebejus*, *H. plana*) y gastrópodos como lapas (*Colissella* sp.) y chocha (*Calyptrea trochiformis*). (Castilla et al., op.cit.)

A medida que aumenta el tamaño del loco disminuye la frecuencia de perforación de las presas, pero aumenta el consumo de presas sin perforación lo cual puede explicarse por la relación del tamaño predador-presa, ya que cuando el loco es más grande tiene la fuerza necesaria para abrir sus presas e ingerirlas (Castilla et al., op.cit.).

En este último mecanismo tiene primordial importancia la parte anterior del pie del loco o propodio. Con éste remueve mecánicamente al animal del sustrato, en caso de lapas o chitonos, o se adhiere a las valvas, aprisionando la presa contra su boca, en el caso de bivalvos. Bastan unos milímetros de separación del sustrato o de las valvas, para que el loco introduzca la proboscis y comience a succionar las partes blandas, venciendo la resistencia de su presa (Castilla et al., op.cit.).

Se ha observado que este animal se alimenta a saciedad e incluye períodos de alimentación activo y de inactividad (Castilla et al., op.cit.; Bustos et al., 1991) (fig. 7).

Por otro lado Castilla y Guisado (1979) demuestran experimentalmente que la luminosidad es la responsable de inhibir o iniciar el proceso de alimentación y que se alimenta básicamente durante los períodos nocturnos.

1.3.2.2. Sistema Circulatorio

El sistema circulatorio de *C. concholepas* comprende un área cardíaca, donde se encuentra un corazón simple formado por dos compartimentos (una aurícula seguida de un ventrículo), un sistema de vasos, (arterias y venas) y un sistema de senos venosos o hemocelos por donde circula la sangre (Huaquín, 1966).

La circulación de la sangre oxigenada se realiza mediante dos aortas que salen del corazón y se ramifican en vasos más pequeños, que pasan a irrigar órganos y tejidos. Desde allí y por medio de senos venosos ubicados entre los tejidos, la sangre retorna mediante venas a la branquia para oxigenarse. Este retorno se realiza por dos vías:

1. Vía renal, por la cual la sangre llega al riñón, siguiendo el vaso renal aferente, pasa al ctenidio.

2. Vía del manto, por la cual la sangre pasa desde los senos cefalopodales y vis-

cerales hacia el manto, desde donde se dirige al ctenidio, produciéndose en este lugar la hematosis y volviendo la sangre al corazón por un vaso llamado branquial eferente.

El corazón de los moluscos, al igual que el de los vertebrados, es miogénico; esto quiere decir que la contracción cardíaca obedece a señales de marcapasos propios del corazón y no requiere de un comando nervioso. En el caso de los moluscos, la contracción se puede originar en cualquier parte del miocardio y ésta puede ser local o completa (Berthe y Petitfrere, 1934, *fide* Ward *et al.*, 1979).

La sangre del loco está compuesta por hemolinfa y la proteína transportadora de oxígeno, es la hemocianina, la que se caracteriza por encontrarse disuelta libremente en la hemolinfa, por tener pesos moleculares muy altos (superiores a 1×10^6 Dalton) y por tener cobre en vez de hierro unido a ella (Manwell, 1960; Prosser y Brown, 1961 *fide* Ward, *op.cit.*).

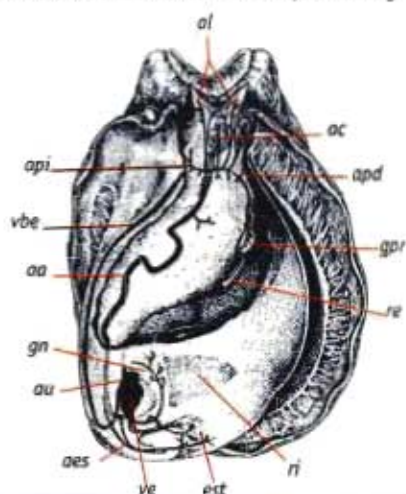


Figura 8: Aparato circulatorio del Loco. Sistema arterial (Fuente: Huaquín, 1966).

Los nombres corresponden a:

aa : aorta anterior	at : arteria tentacular
ac : arteria cefálica	au : aurícula
aes : arteria esofágica	est : estómago
apd : arteria pedal derecha	gpr : glándula prostática
api : arteria pedal izquierda	gn : glándula nefridial
re : recto	ri : riñón
vbe : vaso branquial eferente	ve : ventrículo

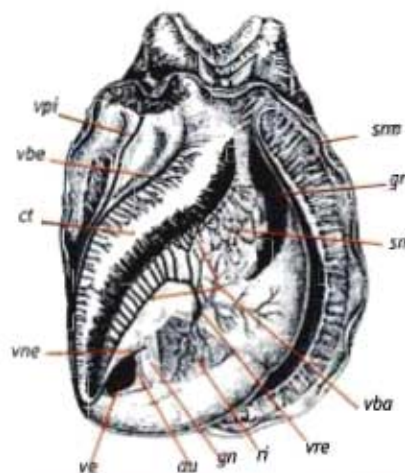


Figura 9: Aparato circulatorio del Loco. Circulatorio superficial y dorsal (Fuente: Huaquín, 1966).

Los nombres corresponden a:

au : Aurícula	ct : ctenidio
vpi : vaso paleal izquierdo	gn : glándula nefridial
gr : glándula rectal	vre : vena renal eferente
ri : riñón	sm : seno del manto
srm : seno del reborde del manto	vba : vena branquial aferente
vbe : vaso branquial eferente	ve : ventrículo
vne : vaso nefridial eferente	

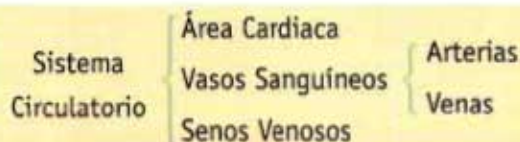


Fig. 10: Organización del Sistema Circulatorio

1.3.2.3 Sistema Excretor

El riñón corresponde al principal órgano de excreción, cumpliendo además una importante función en la circulación. Es muy irrigado, gran parte de la sangre que vuelve de la cabeza, pié y vísceras del animal, pasa al riñón a través del vaso renal aferente y sale de allí por la vena renal eferente. Tiene forma de hoja, es de consistencia firme y de color café rojizo.

Un apéndice del aparato excretor es la **glándula nefridial**, estructura pequeña, aplanada y alargada, de color rosado pálido, ubicada entre el riñón y el área cardíaca. La función de esta glándula no es clara, pero parte de la sangre que llega al riñón pasa a través de esta glándula.

Navarro y Torrijos (1994) describen una variación estacional en la incorporación de oxígeno y excreción de amonio relacionada con la temperatura y condición reproductiva del loco mantenido en condiciones naturales en el sur de Chile, demostrando que hay mayor excreción de amonio en primavera asociado con la mayores temperaturas ambientales y con un activo proceso de gametogénesis en este período.

1.3.2.4. Sistema Nervioso

El sistema nervioso de *C. concholepas* está formado por ganglios, conectados entre sí por tejido conectivo nervioso y una red nerviosa que se extiende por toda la masa corporal del organismo. No existe un verdadero centro nervioso, por lo que la respuesta ante los diferentes estímulos se produce a nivel local o ganglionar.

Además de los ganglios, aparecen también distintos órganos de los sentidos como los tentáculos, ojos, osfradio y una importante distribución de células receptoras de estímulos táctiles en el reborde del manto, en el sifón así como en otras regiones que responden con mayor facilidad a estímulos de presión y táctiles.

1.3.2.5 Sistema Reprodutor

C. concholepas es una especie de sexos separados, sin aparentes diferencias externas visibles, excepto por el pene que es posible distinguir en la región cefálica de los machos adultos. La gónada tiene la misma apariencia en machos y hembras, en cuanto a forma, color y posición. La fecundación es interna.

El aparato reproductor del macho está formado por un testículo, un espermióducto cuya primera parte actúa como vesícula seminal, una glándula prostática, el vaso deferente y el pene (Huaquín, 1966). Los espermios tienen su origen en el testículo, los que al ser eyaculados pasan por el espermióducto que atraviesa la glándula prostática, continuando por el vaso deferente para ser expulsados a través del pene.

En la hembra se observa un ovario, un oviducto, la glándula de la albúmina, la glándula de ingestión o ingestiva la glándula de la cápsula y el poro genital (Ramorino, 1979). En el ovario se producen los óvulos los que son fertilizados en el oviducto, se rodean de un fluido albuminoso producido por la **glándula de la albúmina** y posteriormente entran en la **glándula de la cápsula** donde son encapsulados. La **glándula de ingestión** por su parte, tiene

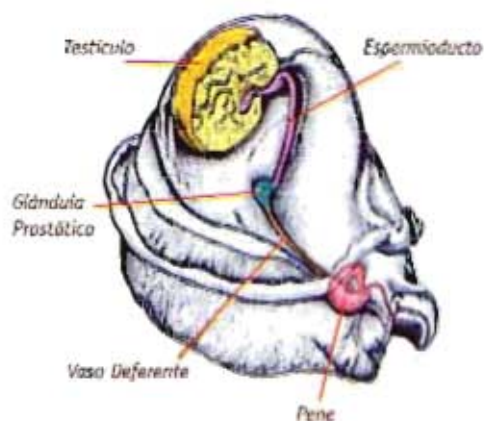


Figura 11: Aparato Reprodutor Masculino.
(Fuente: Huaquín, 1966)

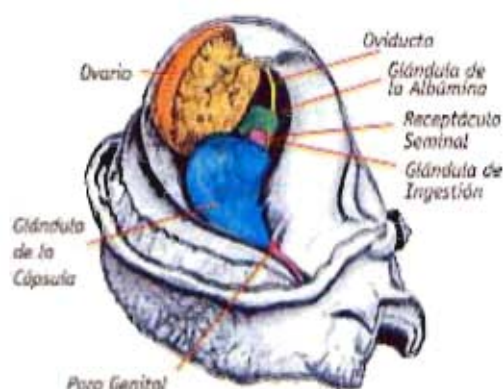


Figura 12: Aparato Reprodutor Femenino.
(Fuente: Huaquín, 1966)

como función ingerir los espermios no utilizados en la fertilización y los óvulos no fecundados que no son incluidos en las cápsulas; además su conducto actúa como receptáculo seminal.

1.4. Reproducción y Desarrollo

1.4.1. Cópula y Postura de Cápsulas

Como se mencionó anteriormente, *C. concholepas* presenta fecundación interna, la cual es posible gracias a la cópula.

Esta se realiza preferentemente de noche y demora aproximadamente entre 2 y 5 minutos (Castilla, 1974). Una vez que las hembras son fecundadas pueden conservar los espermios provenientes de la cópula, durante 4 a 5 meses (Ramorino, 1979).

La cópula puede repetirse varias veces en una misma pareja, e incluso después que la hembra haya depositado cápsulas con huevos (Castilla, 1974) (Fig. 13). Las cápsulas contienen un número de huevos directamente proporcional a su longitud y ésta última es directamente proporcional a la longitud máxima del peristoma de las hembras (Castilla & Cancino, 1976).

La postura de cápsulas suele ser casi continua por varios días, las hembras depositan manojos de cápsulas en las rocas, previa limpieza de ellas, demorando 50 a 60 minutos en depositar una cápsula. El número de cápsulas puestas por una hembra es variable, alcanzando a más de 200 cápsulas en un solo manojito (Castilla y Cancino, *op.cit.*).

Las cápsulas recién puestas son de paredes blandas algo transparentes y se endurecen en contacto con el agua de mar. A medida que se desarrollan los embriones en su interior, van cambiando su color blanco cremoso a un color marrón grisáceo (Ramorino, *op.cit.*).

1.4.2. Fecundidad

En experiencias realizadas en laboratorio Durán y Castilla (1988), estimaron que la fecundidad de la especie es producto del número promedio de huevos por cápsula, del número de cápsulas de cada ovipostura y del número de oviposturas por año. Observaron que hembras de loco pertenecientes a las marcas de clase 8, 9 y 10 cm corresponden a ejemplares adultos 100% fértiles. Tallas mayores (11 cm), corresponden a hembras cuya fertilidad y fecundidad disminuyen, debido principalmente a un decremento en el número de cápsulas depositadas por ovipostura.

1.4.3. Ciclo reproductivo

Los estudios que existen al respecto (ver tabla 1) no son homologables debido a las diversas metodologías y criterios usados por los autores para diferenciar estados de madurez sexual. No obstante es factible señalar algunos aspectos generales como los siguientes:

- *C. concholepas* presenta un ciclo reproductivo anual, con etapas gonadales claras, progresivas, de rápida recuperación y sin una etapa de verdadero reposo; el período de máxima madurez es extenso al igual que el de postura (Ramorino, 1979).
- Durante todo el año es posible encontrar ejemplares en diferentes estados de madurez gonádica, no obstante en una época del año es posible encontrar un alto porcentaje de la población en madurez máxima y se registran también períodos de máxima postura, en un ciclo anual.

Avilés y Lozada (1975) y Reyes *et al.*, (1990), señalan que estados de máxima madurez a nivel poblacional se registran a fines de invierno y comienzos de primavera mientras que estados de regresión de las gónadas (desoves) alcanzan máximos poblacionales desde fines de primavera hasta fines de verano. Ramorino (1975) utilizando otros criterios, sitúa la plena madurez en febrero y marzo para las hembras y en enero y febrero para los machos, indicando además un período de posturas masivas prolongado que se intensifica en febrero y mayo y se hace menos intenso entre septiembre - octubre.



Fig. 13. Cápsulas ovígeras

Tabla 1 : Antecedentes sobre el ciclo reproductivo de *C. concholepas*

Estudio	Población estudiada	Metodología (s)
Silvia Avilés & E. Lozada (1975)	Punta Saliente Coquimbo; IV Región	Estudio histológico de la gónada (escala microscópica de madurez sexual)
Lozada <i>et al</i> (1976)*	Punta Saliente Coquimbo; IV Región Caleta Leandro (Talcahuano, VIII Región)	Variación del peso seco de la glándula de la cápsula y de la gónada
Ramorino (1975)	De la zona de Valparaíso (V región)	Observación macroscópica de gónadas y anexos del aparato reproductor en combinación con histología de la gónada.
Reyes <i>et al.</i> (1990)	Corona (Ancud, X Región)	Estudio histológico de la gónada (escala microscópica de madurez sexual modificada de Avilés & Lozada (1975))

*) No es un estudio del ciclo reproductivo propiamente tal, pero contiene antecedentes que son indicadores del mismo.

1.4.4. Talla mínima de madurez sexual

Ramorino (1979) revisando los antecedentes al respecto, afirma que *C. concholepas* estaría en condiciones de reproducirse a una talla entre los 6-7 cm, sin descartar el hecho de que algunos ejemplares lo hagan a tallas menores. Estudios posteriores concuerdan con esta afirmación. En efecto, Herrera y Alvial (1983) reportan la talla mínima de madurez sexual individual en 4,9 cm para machos y en 5,3 cm en hembras para ejemplares de la zona de Iquique mientras que la primera madurez de significación poblacional la ubican en el rango de tallas 5,7-6,2 cm. Reyes et al., (1990) reportan en una población de Ancud (X Región) la primera madurez individual para machos en 5,3 cm y en hembra a los 5,7 cm y para el total de la población estudiada en el rango de tallas 6,3-6,7 cm.

1.4.5 Ciclo de Vida

El ciclo de vida del loco comprende una **fase intracapsular** donde los huevos se desarrollan hasta eclosionar como una larva **véliger** de vida pelágica y planctotrófica después de alrededor de 40 días (Gallardo, 1973;). El tiempo de desarrollo intracapsular, ha sido reportado tempranamente por Gallardo *op.cit.*; Ramorino (1975) y Castilla & Cancino (1976) y parece ser dependiente de una serie de factores como la temperatura, salinidad, zona de origen de las poblaciones estudiadas, los que bien pueden actuar solos, o en un efecto combinado (Gallardo, 1994) (ver tabla 2). A través de experiencias que ha desarrollado sistemáticamente el IFOP para optimizar el cultivo de oviposuras y obtención de larvas en Putemún (Chiloé), se ha determinado que a una temperatura de 18°C, flujo de agua y aireación constantes, la eclosión ocurre luego de 30 a 40 días de incubación (Bustos & Navarrete, 2000).

Una vez producida la eclosión, comienza la **fase larval** pelágica y planctotrófica, la cual presenta una duración estimada en la naturaleza de al menos 2 meses (Gallardo, 1979). En sistemas de cultivo larval como los que ha usado IFOP, esta fase se extiende por alrededor de 80-90 días. Durante este largo periodo de vida pelágica la larva puede alcanzar tamaños cercanos a los 2mm (1500 µm a 1800 µm) (Gallardo *op.cit.* y Bustos & Navarrete, 2000).

Al cabo de ese tiempo se produce la metamorfosis de la larva y su asentamiento en el intermareal (Gallardo *op.cit.*; Reyes & Moreno, 1990; López et al., 1991) o en el submareal (Arias, 1991; Stotz et al., 1991).

Los juveniles recién asentados permanecen en el intermareal (Moreno et al. 1986) o bien, realizan migraciones hacia el submareal a medida que aumentan de tamaño (Oliva & Castilla, 1990).

1.5 Ecología de *C. concholepas*

Sobre ecología poblacional del loco y su rol ecológico existen estudios en distintas zonas de Chile.

Las poblaciones de loco se distribuyen en forma agregada (Rivas & Castilla, 1987), la densidad de las poblaciones tanto intermareales como submareales se ve fuertemente afectada por la intervención del hombre (Castilla y Durán, 1985; Moreno et al., 1986; Rivas y Castilla, *op.cit.*) y por los procesos de asentamiento y reclutamiento (Moreno y Reyes, 1988). A *C. concholepas* se le encuentra asociado a sustratos rocosos en comunidades donde son importantes mitilidos como *Semimytilus algosus*, *Peromytilus purpuratus*, varias especies de balánidos, el piure *Pyura chilensis*, algas verdes, rojas y pardas (Gigartinales, del género *Ulva*, *Lessonia* sp. y *Macrocystis* sp.), entre otras especies.

1.5.1. Crecimiento

El crecimiento es un parámetro biológico de gran importancia para las pesquerías y el cultivo y ha sido estudiado por varios autores, usando diversas metodologías (captura y recaptura, lectura de anillos de crecimiento, entre otras). El crecimiento presentaría diferencias latitudinales significativas, de acuerdo a estimaciones de los parámetros de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy efectuadas por distintos autores y para diferentes localidades de Chile (III, IV, V, y VII regiones). Sin embargo en esta generalización, se debe considerar la diversidad de metodologías empleadas así como factores ambientales no evaluados (temperatura, alimento) que pueden estar influyendo en las mismas.

Así, el tiempo estimado para alcanzar la talla mínima legal de 100 mm ha sido estimado en 6,6 años en *Caldera*, III Región por Bustos et al. (1985); en 3,5 años en *Caleta Hornos*, IV Región por Alderstein, (1986); en 4 años en *Quintay*, V Región por Castilla y Jeréz (1986) y en 5 años por Acuña y Stuardo (1979) para otras localidades de la misma Región. En la zona sur, para la X Región Bustos et al., (1986) y Bustos (1987) estiman que los 100 mm se alcanzarían entre los 5 a 6 años de edad, mientras que López (1987) la estima en 6 años para ejemplares de la zona intermareal de Mehuín. En Magallanes, Guzmán et al. (1987) la estiman entre 6 y 7 años.

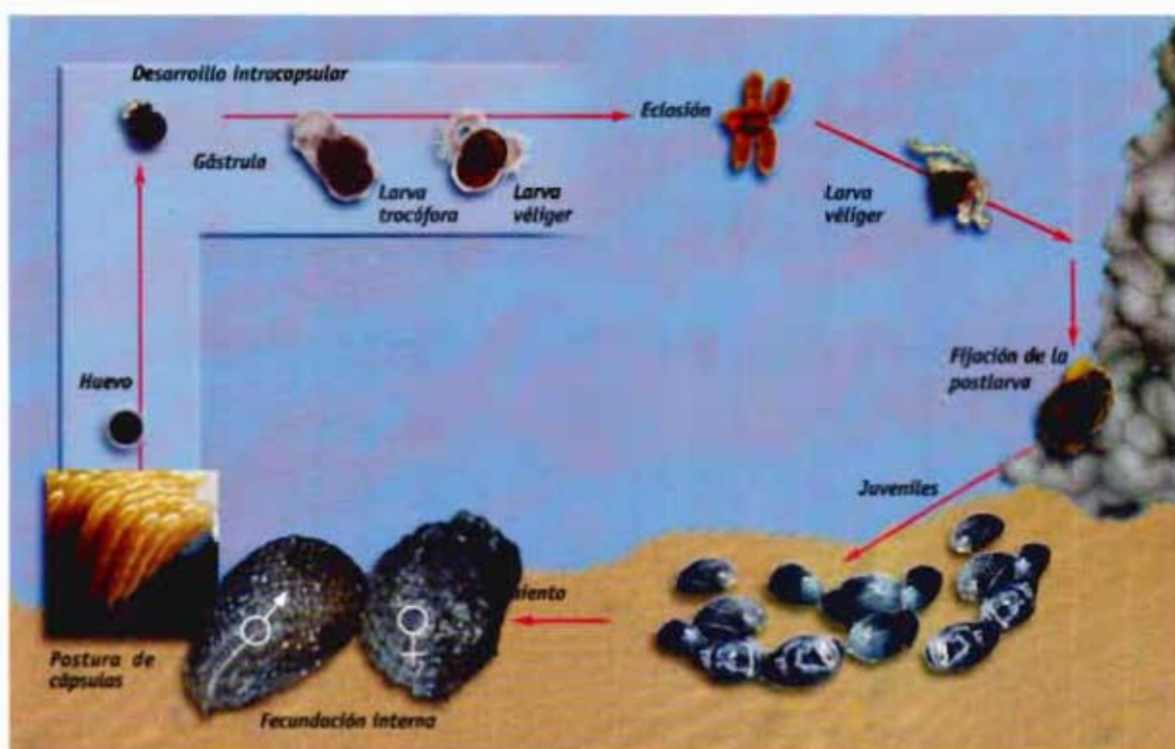


Fig. 14: Ciclo de vida de *C. concholepas*, mostrando las distintas fases de su desarrollo

Bustos *et al.* (1985) determinaron que *C. concholepas* alcanza el mayor incremento absoluto en longitud, durante el primer año de vida, con tasas mensuales promedio de 3,96 y 3,83 mm hasta alcanzar los 47,58 y 45,94 mm de longitud peristomal, para Caldera y Ancud, respectivamente. Otros autores, usando diversas metodologías (Tobella, 1975; Lozada *et al.*, 1976; Acuña y Stuardo, 1979; Guisado & Castilla, 1983; Reyes y Moreno, 1990; Stotz y Pérez, 1992) han calculado tasas de crecimiento, que fluctúan entre 0,66 a 3,67 mm mensuales, para diversas localidades comprendidas entre Coquimbo (IV Región) y Mehuín (X Región) y para poblaciones de loco entre 15 a 50 mm.

Tabla 2: Características y duración del desarrollo intracapsular de embriones y larvas de *Concholepas concholepas* en días (Fuente: Ramorino, 1979)

Características	Gallardo 1973 15,5 - 22°C Valdivia	Ramorino 1975 12 - 14°C Valparaíso
Huevo (147 -170 u)	1	1
Blastómero	2	3
Blástula	4	6
Gástrula (blastóporo)	7	10
Riñones Larvales	9	12
Primeros cilios	9	17
Estomódeo, protoconcha, esbozo de pié (220µ)	15	25
Opérculo, velo	19	30
Velo bilobulado bien formado	22	40
Eclosión de la véliger planctónica	36 - 37	60 - 84

1.5.2 Interacciones ecológicas

Estudios que se han efectuado excluyendo la intervención del hombre de ecosistemas intermareales rocosos de Chile, dejan en evidencia el rol de especie clave que juega *C. concholepas* en ellos (Moreno *et al.*, 1984; Castilla y Durán, 1985; Lépiz, 1987).

La exclusión del hombre causa incremento en la densidad de las poblaciones de loco así como también cambios demográficos apareciendo clases de tamaño mayores. Por otra parte disminuye drásticamente la cobertura de sus presas como el chorito *Perumytilus purpuratus* y de picorocos como *J. cirratus* y *Ch. scabrosus*.

DEPREDADORES y MECANISMOS DE DEFENSA DE *C. concholepas*



- El Chungungo (*Lutra felina*) (Molina). Este mamífero marino depreda bajo el cinturón de *Lessonia nigrescens* a ejemplares entre 22 y 110 mm de longitud peristomal.



- Aves marinas como la Gaviota común (*Larus dominicanus*) y el Pilpilén (*Haematopus ater*), depredan poblaciones intermareales de locos de tamaño promedio de 48 mm.



- Estrellas de mar como *Meyenaster gelatinosus*, depreda principalmente en las poblaciones submareales. La especie *Heliaster helianthus*, depreda en poblaciones intermareales.

Castilla y Cancino (1979)

Estudios de contenido estomacal de diversas especies de animales marinos evidencian el consumo del loco, por ejemplo se han encontrado en el estómago del lobo marino común (*Otaria flavescens*); también en peces como el pejeperro (*Pimelotopon maculatus*) y el Peje sapo (*Sicyases sanguineus*) que consumen locos pequeños (Viviani, 1975).

Mecanismos de defensa

1. Adhesión al sustrato: Esta especie presenta gran poder de adhesión al sustrato cualquiera sea el tipo, la cual logra por su poderoso pié.
2. Adhesión y desprendimiento: En la zona intermareal y probablemente en el submareal luego de la adhesión se desprenden dejándose arrastrar por los movimientos del agua.
3. Desprendimiento: Se ha observado que esta especie se desprende espontáneamente, sin que el buzo entre en contacto con él.
4. Elevación y rotación de la concha: Se ha observado frente a estrellas de mar, cuando éstas montan al loco enfrentando con su cavidad bucal el ápice de la concha. El loco no se mueve sino hasta que la estrella está bien montada, en ese momento levanta su concha bruscamente y la gira 180° varias veces. Luego de 3-5 minutos la estrella se desprende y se aleja.
5. Fuga: Este mecanismo de defensa es más frecuente en ejemplares pequeños, menores a 43 mm.

Además la especie presenta una clara conducta ambulatoria nocturna y preferencias por grietas y hendiduras, lo que le proporciona refugio diurno ante sus depredadores.

Castilla y Cancino (1979)



Desde el año 1986, el Instituto de Fomento Pesquero ha trabajado para desarrollar una tecnología para el cultivo del loco, atendiendo a su importancia pesquera, a los altos niveles de explotación sostenidos sobre el recurso por muchos años lo que hoy en día limita su extracción.

De esta manera se ha logrado desarrollar:

- Una tecnología de cultivo larval a nivel piloto y masivo
- Técnicas de inducción a la metamorfosis de larvas competentes
- Cultivo de juveniles y engorda a nivel piloto.

Estos conocimientos se resumen y entregan en el presente capítulo.

Las principales etapas de que consta el cultivo del loco se mencionan en la figura 15. La producción o cultivo de esta especie en sus etapas tempranas de desarrollo, requiere de una infraestructura y equipamiento adecuados los que se describen a continuación.

2.1. Requerimientos Generales para el Cultivo de Loco en Hatchery e Invernadero

2.1.1. Infraestructura y Equipamiento

Las instalaciones necesarias para realizar el cultivo del loco en condiciones controladas y semicontroladas son:

- Sala de acondicionamiento de reproductores e incubación de cápsulas (hatchery).
- Sala de cultivo de larvas (hatchery).
- Sala de cultivo de postlarvas o juveniles tempranos (Invernadero o Nursery).
- Sala de cultivo de microalgas.
- Sala de Laboratorio seco, para la realización de tareas de observación y manejo de datos, provisto de equipos como lupas, microscopios, balanzas, entre otros.

Las salas deben estar correctamente equipadas y abastecidas con agua, aire, nutrientes y alimento.

2.1.2. Red de agua de mar

La calidad del agua es determinante para la producción de organismos marinos, ya que de ella dependerá, en gran medida, el buen desarrollo del cultivo.

El agua de mar antes de entrar al hatchery, debe pasar por filtros de arena que retienen partículas mayores a 50 μm . El agua destinada a las salas de acondicionamiento de reproductores, incubación de cápsulas y cultivo larval requiere de una filtración más fina para lo cual se utilizan filtros de cartuchos o "cartridge", de 10, 5, 1 y 0,5 μm , los que se instalan en orden decreciente.

Para lograr la esterilización total del agua, ésta se hace pasar a través de un tubo de luz ultravioleta (UV) cuya eficacia, como agente esterilizante se basa en su poder letal sobre los microorganismos.

Fig. 16 - 18: Diversas instalaciones de tratamiento de agua

16: Filtro de arena
17: Filtros de cartucho
18: Esterilizadores UV



Para cambiar la temperatura del agua se puede utilizar un intercambiador de calor el que permite elevar o disminuir la temperatura del agua de mar. Además, en las distintas salas, deben existir estanques de acumulación con un calefactor y controlador de temperatura. En cada sala hay una red de tuberías y llaves de PVC que alimentan y regulan la entrada de agua a cada estanque la calidad microbiológica del agua debe ser testeada continuamente en los diferentes puntos de la red. Ello ayuda a identificar focos de contaminación bacteriana.

Para la rutina de limpieza se lavan los filtros, los estanques de acumulación y la red externa de cañerías conductoras de agua en forma periódica, utilizando abundante agua dulce potabilizada, detergente biodegradable y utensilios como escobillas y esponjas si fuese necesario.

2.1.3 Red de aire

La incorporación de aire a los estanques de cultivo permite su homogeneización. La red de aire, está compuesta por filtros de retención de partículas; un prefiltro de algodón, un filtro de 1µm y otro de 0,5µm, y por una red de tuberías de PVC, mangueras de silicona y llaves de plástico, que permiten regular el flujo de aire a través de difusores en cada estanque en que se requiera.

2.1.4 Alimentación

La alimentación de los locos varía según la etapa del cultivo:

En la etapa de acondicionamiento de los reproductores así como en la etapa de engorda, realizada en el invernadero o en el mar, se ha utilizado como alimento el

Durante el cultivo larval se utilizan microalgas de las especies *Isochrysis galbana* y *Chaetoceros gracilis*, enriquecidas con proteínas y lípidos.

El cultivo de microalgas, está detalladamente explicado en el "Manual para la Producción de Microalgas", realizado por la División de Acuicultura del IFOP (Proyecto FONDEF DI961101).

El Centro Tecnológico para la Acuicultura, Putemún, del IFOP, cuenta con toda la infraestructura y equipamiento necesario para la producción masiva de microalgas:



Cepario, sala donde se mantiene un stock variado de diversas cepas de microalgas, bajo condiciones controladas de luz, temperatura y nutrientes. Desde este lugar las microalgas que se seleccionan para cultivo, pasan a la siguiente sala



• **Sala de Cultivo Intermedio**, donde se cultivan microalgas en matraces desde 200 ml hasta un volumen de 2000 ml (2 l).



Sala de Cultivo Masivo, donde se realiza la etapa final del cultivo.

Las microalgas son cultivadas en mangas de 15 o cilindros de 200 l, para luego ser entregadas como alimento para los diversos cultivos larvales o para el acondicionamiento de reproductores.

Durante el cultivo de juveniles, la alimentación también es sobre la base de choritos (*Mytilus chilensis*), los que deben ser de tamaño más pequeño que los animales a alimentar.



Filtro de aire.



Cuelga de chorito (*Mytilus chilensis*).

chorito, *Mytilus chilensis*. Naturalmente, podría utilizarse otro tipo de chorito, dependiendo de la disponibilidad del mismo en la zona en que se efectúe el cultivo (i.e. *Semimytilus algosus*, *Peromytilus purpuratus*).

2.2 Etapas del cultivo

2.2.1. Obtención de oviposturas o cápsulas

El proceso de cultivo comienza con la obtención de oviposturas o cápsulas de loco. Ellas se pueden obtener directamente desde el medio natural, mediante buceo en un banco o bien a partir de oviposturas de reproductores mantenidos en acondicionamiento en hatchery, en condiciones controladas de alimentación, temperatura y fotoperíodo.

Acondicionamiento de Reproductores

Los reproductores para acondicionamiento se obtienen desde bancos naturales eligiéndose individuos de talla superior a los 90 mm de largo peristomal (fig. 19). También pueden usarse como reproductores, individuos que están siendo cultivados.

La sala de acondicionamiento de reproductores debe contar con sistemas de control

de temperatura del agua así como de luminosidad.

El agua de mar debe ser filtrada, esterilizada (microfiltros y U.V.) y aireada usando tubos difusores. Los reproductores se disponen en estanques de fibra de vidrio de 500 l. En una densidad de 4 individuos/m².

Las condiciones en las cuales se mantienen los animales son:

- Temperatura constante de 16°C.
- Flujo de agua 3 litros por minuto
- Fotoperíodo de 12 horas luz y 12 horas oscuridad.
- Calidad óptima del agua de mar.
- Alimentación semanal a saciedad con choritos vivos
- Eliminación periódica de las valvas de los choritos consumidos.

Después de un periodo de aclimatación, el que puede variar de 2 a 6 meses (dependiendo de la etapa del ciclo reproductivo en la que se encuentran los reproductores) y luego de producido el acoplamiento, las hembras comienzan a oviponer manojos de cápsulas en las paredes de los estanques.

En condiciones de cultivo el periodo de postura es aún más extenso que en el medio natural, de esta forma se puede contar con cápsulas a través de todo el año.

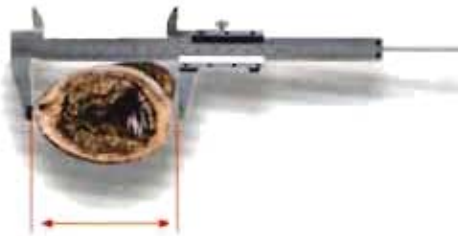


Fig 19: medición del largo peristomal.

El "Largo peristomal" es la longitud máxima de la abertura, medida entre el extremo anterior de la concha frente al canal sifonal, y el extremo opuesto.



Oviposturas de locos mantenidos en estanques en el centro para la Acuicultura Putemún.



Reproductores de loco mantenidos con alimento (chorito)



Estanques para reproductores de locos.

2.2.2. Incubación de Cápsulas

Ya sea que las cápsulas provengan de una colecta natural o de ovipositoras en el hatchery, éstas son seleccionadas según su color. Aquellas que se encuentran contaminadas o en proceso de descomposición presentan un color violeta, verde o rojizo y deben ser eliminadas en forma inmediata del manjo, quedando sólo las de color blanquecino y aspecto transparente, las cuales son separadas individualmente para una mejor aireación.

Las cápsulas se incuban en un sistema compuesto por dos estanques de PVC, uno externo contenedor de otro interno de 50 l en el cual se instalan canastillos perforados de PVC (fig. 20). En cada canastillo se introducen alrededor de 150 cápsulas. El flujo de agua microfiltrada y ultravioletizada debe ser constante.



Figura 20 A y B: Fotografía y esquema de los estanques de incubación de cápsulas

Las condiciones de incubación óptima, de las cápsulas son: temperatura constante de 18°C, calidad óptima del agua de mar y flujo de agua y aireación constantes.

Dentro de las cápsulas se desarrollan los huevos hasta el estado de larva véliger pasando por distintas fases de desarrollo embrionario intracapsular con tamaños que

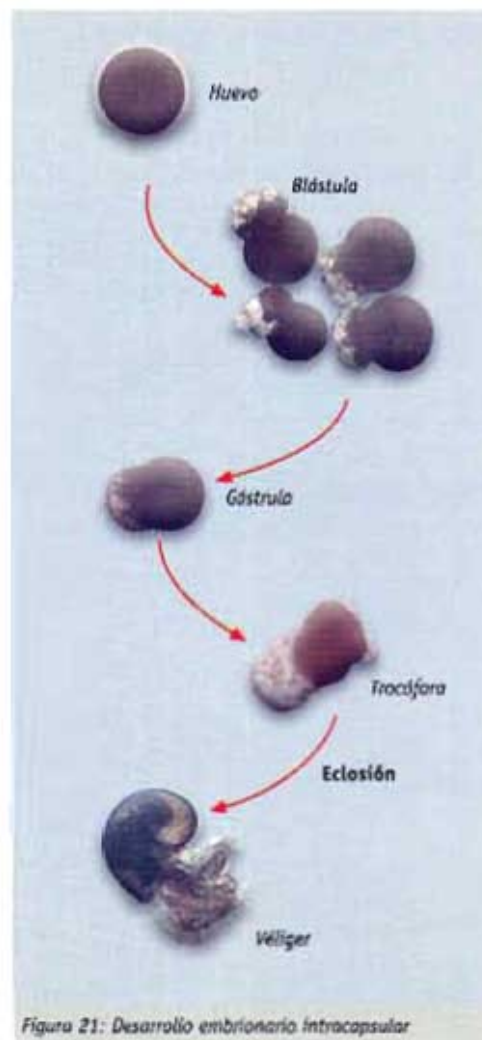


Figura 21: Desarrollo embrionario intracapsular

varían entre 130 μm y 230 μm de huevo a larva véliger, respectivamente (Fig. 21). Para evaluar el estado de desarrollo de los embriones, se procede a cortar el tapón de la apertura apical de una cápsula a la vez, vaciando su contenido y observándolo al microscopio.

Luego de 30 a 40 días de incubación con temperatura controlada, las cápsulas adquieren una tonalidad marrón debida a la formación de la protoconcha larval. Ello indica que los embriones están listos para eclosionar, convertidos en larvas véliger.

Una vez producidas las eclosiones en cada uno de estos grupos, se debe evaluar la calidad de las larvas con las que se contará para el cultivo. De manera general, larvas con mucho vitelo y de pequeño tamaño son poco viables en el cultivo larval y al contrario larvas de mayor tamaño y con poco vitelo dan mejores resultados. La dispersión del desarrollo es importante al evaluar un grupo de larvas recién eclosio-

nadas. Frente a una alta dispersión, es decir distintos estados de desarrollo, aumenta la mortalidad



2.2.3. Cultivo Larval

Separadas las mejores larvas, estas son trasladadas a los estanques de la sala de cultivo larval para ser sembradas.

Previamente y para conocer el número de larvas a sembrar se realiza un muestreo volumétrico, distribuyendo homogéneamente las larvas en un volumen conocido de agua (por ejemplo balde de 10 l), de tal manera que la muestra extraída sea representativa y su posterior distribución sea uniforme entre los estanques de cultivo larval. Por cada estanque se depositan alrededor de 250.000 larvas.

El tamaño inicial de las larvas debe corresponder en promedio a 250 μm y la duración de esta etapa es de 90 días aproximadamente.

Además de contar el número total de larvas se mide el tamaño, se evalúa la motilidad y el grado de desarrollo de las larvas velíger. Esto se realiza ya que las mejores larvas son muy móviles y no se observa vitelo (mancha blanquecina) en el interior de sus protoconchas.

La sala de cultivo larval está conformada por un estanque de acumulación de agua de mar de 500 l de capacidad con un calefactor y un termostato para mantener su temperatura y por estanques de cultivo larval de PVC de 175 l de capacidad.

Cada estanque de cultivo larval consta de 2 unidades: una externa que es la contenedora de todo el sistema y una unidad interna que es la que contiene las larvas, ésta posee 2 filtros, uno superior y otro inferior para evitar que se pierdan las larvas (fig. 20, 21). Además, esta unidad interna posee en su interior varillas plásticas de color blanco que atraviesan el diámetro del estanque, para que las larvas se suspendan de ellas cuando empiezan a formar el cordón de mucus (fig. 22). Este diseño de estanque permite una circulación tipo "up-welling" (corriente de agua desde abajo hacia arriba). El agua entra y pasa a través de los estanques y posteriormente se elimina, por lo que el flujo es abierto.

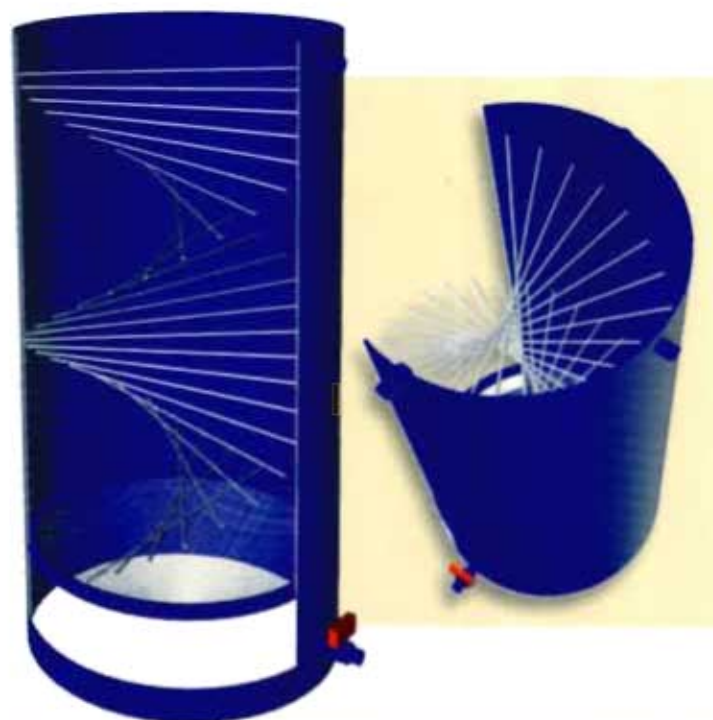


Fig 22: Esquema del estanque para el cultivo de larvas



Fig 23: Sala de cultivo larval



Fig 24: Estanque de cultivo larval

Las condiciones de cultivo en esta etapa son:

- Temperatura constante a 18°C.
- Foto Periodo de 12 horas luz y 12 horas de oscuridad.
- Flujo de agua 1 a 2 l/Minuto.
- Aireación permanente.
- Suministro continuo de alimento, mediante un recipiente para microalgas y bombas peristálticas.

Al comienzo del cultivo se aportan 20.000 células de microalgas/ml de cultivo larval, con una mezcla de 1:1 de dos especies (*I. galbana* y *Ch. gracilis*), llegando a las 40.000 células de microalgas/ml antes de alcanzar la metamorfosis.



La bomba peristáltica (flecha) agrega periódicamente alimento al sistema. El flujo de agua del sistema debe ser constante y a una velocidad que permita que siempre exista la concentración predeterminada de microalgas en el agua de los estanques.

Durante el cultivo larval es necesario controlar regularmente las condiciones abióticas del sistema, estas son la temperatura, salinidad, pH y el flujo constante del agua.

El crecimiento larval se monitorea cada diez días hasta el momento de la metamorfosis; para esto se mide el largo de la protoconcha larval. Como dato referencial de crecimiento, ya que este puede variar de acuerdo a cada experiencia, se puede esperar que a los 45 días de cultivo larval, la longitud sea de 800 μm y a los 80 días de 1500 μm , aproximadamente (fig. 25).

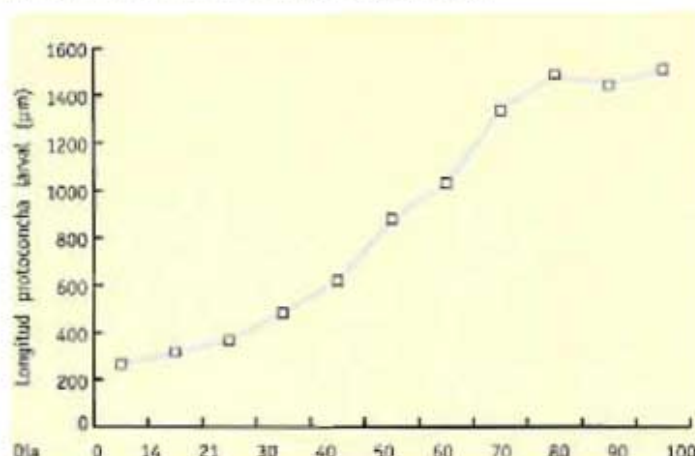


Figura 25: Crecimiento promedio de larvas de loco (*Concholepas concholepas*) de un cultivo desarrollado por el Instituto de Fomento Pesquero.

La sobrevivencia larval es muy baja al término del cultivo, comparada con la de otros moluscos e invertebrados (Tabla 3). La alta mortalidad en condiciones de cultivo se explica por el largo periodo de vida de la larva, que dificulta mantener condiciones óptimas para el desarrollo de un mayor número de ellas.

En la figura 26 (A - C) se observa el crecimiento de la protoconcha larval así como el desarrollo del velo, durante el desarrollo de un cultivo.

Días	N° de Larvas	% de Sobrevivencia
0	400.000	100,0
10	350.000	87,5
35	300.000	75,0
40	8.000	2,0
60	8.000	2,0
70	6.000	1,5
80	6.000	1,5
90	6.000	1,5
100	6.000	1,5

Tabla 3: Sobrevivencia larval de un cultivo de loco

La limpieza de los estanques de cultivo se realiza día por medio, utilizando abundante agua dulce potabilizada, detergente biodegradable, utensilios como escobillas y esponjas si fuese necesario. El objeto es eliminar materia fecal, larvas muertas y microalgas decantadas. Para ello, se sacan las larvas, reteniéndolas en el tamiz de la base del estanque interior; luego se lavan con agua de mar esterilizada, se separan por tamaño y se eliminan los individuos muertos. Mientras se lavan los estanques, las larvas son colocadas en un balde plástico de 10 l. Al final del proceso se vuelven a depositar en los estanques limpios.

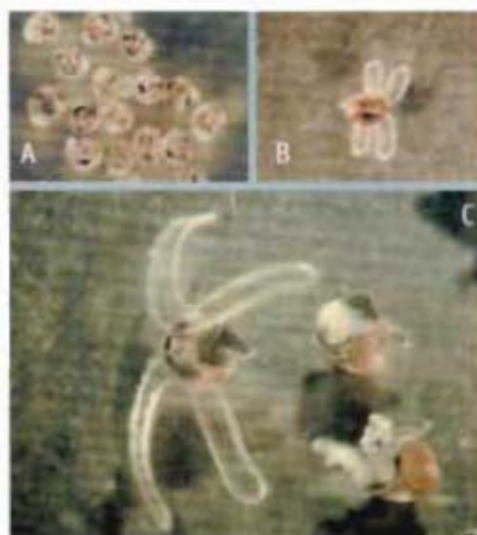


Fig. 26:

A: Larva velíger de loco de 10 días de cultivo con un tamaño promedio de 280 μm .

B: Larva de 47 días de cultivo, con un tamaño promedio de 820 μm . Se observa el velo tetralobulado distendido.

C: Larvas premetamórficas de 80 días de cultivo con un tamaño promedio de 1500 μm .

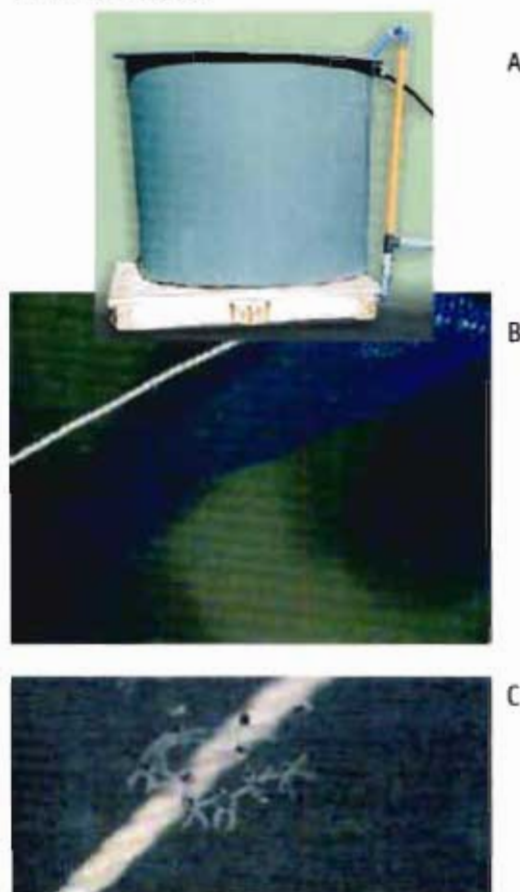
2.2.4. Masificación del Cultivo Larval

En el Centro de Maricultura, Hueihue (Ancud) se efectuaron experiencias para la masificación del cultivo del loco, utilizando mayores volúmenes de agua, y un menor control sobre las variables abióticas que las usadas en el hatchery de loco del Centro Tecnológico para la Acuicultura Putemún (Castro).

Condiciones de cultivo:

- El cultivo se lleva a cabo en estanques de 2000 litros, a una temperatura constante de 18°C y aireación permanente.
- El recambio de agua se efectúa cada 2 días mediante circulación del estanque, por lo que en ningún momento las larvas salen del estanque.
- La limpieza se realiza mediante el sifoneo del fondo del estanque.
- La alimentación consiste en microalgas *Isochrysis* y *Chaetoceros* (proporción 1:1), a una concentración de 30.000 cel/ml de agua de cultivo. Esta se adiciona diariamente.
- Densidad de siembra: 1 larva/5ml.
- A partir del día 30 de cultivo se coloca dentro del estanque mallas de netlón perpendiculares a la superficie del agua para facilitarle a las larvas sustrato desde donde puedan colgarse con su cordón de *mucus*.

tencia o listas para la metamorfosis, a partir del día 80. La mortalidad fue de un 99% y la densidad poblacional al final del cultivo 1 larva/300 ml, debido a la mortalidad acumulada.



El crecimiento fue en promedio de 13 μm por día. Alcanzando el estado de compe-

Estanque de cultivo masivo (A) y cuerdas de netlón con larvas colgadas, como descrito en el texto (B y C).

2.2.5. Inducción a la Metamorfosis

Los cambios observados en las larvas al llegar a esta etapa son de tipo:

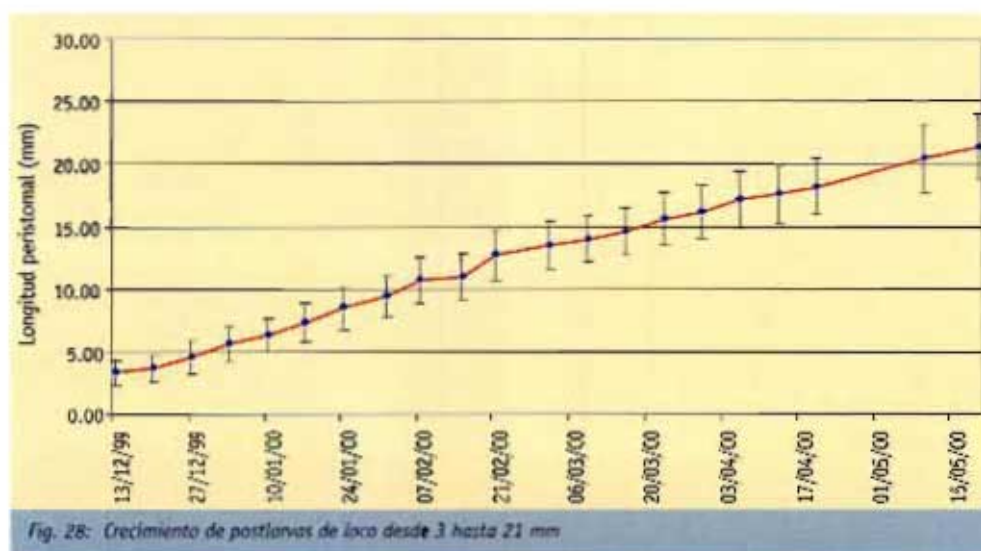
- Conductuales, disminución de la actividad natatoria y primeros movimientos de reptación por las paredes del estanque.
- Anatómicos, formación del labio en el borde de la protoconcha (fig. 27).
- Metabólicos, detención del crecimiento.

Una vez observados estos cambios, se deberá llevar a cabo el proceso de inducción a la metamorfosis.

Para inducir las larvas a la metamorfosis, se han utilizado inductores biológicos e inductores químicos. Se han obtenido resultados positivos utilizando presencia de organismos adultos de loco (inductor biológico), así como agua de mar con Cloruro de potasio 20 mM (inductor químico).

Esta etapa se realiza en bateas de 250 l, con agua de mar esterilizada con UV y la misma temperatura del cultivo larval (18°C).

La larva para metamorfosear requiere de un tiempo mínimo de exposición al inductor de 12 horas. Para que la mayoría de los individuos cultivados alcancen la metamorfosis se requiere de 1 semana.



2.2.6 Cultivo de Juveniles

Se inicia con individuos recién metamorfoseados o postlarvas y termina con semillas de 15 a 25 mm de largo peristomal, después de 150 días de cultivo (fig. 28).

En esta nueva fase los requerimientos para el cultivo son más sencillos, sólo se requiere de un invernadero o Nursery, construido con planchas translúcidas para que ingrese luz a su interior y las condiciones de la calidad del agua son menos exigentes, utilizándose solo un filtro de arena para la red de agua.

El cultivo intermedio del loco se realiza en los mismos estanques de fibra de vidrio de 250 l de capacidad, donde fueron sometidos a metamorfosis.

El alimento que se utiliza en esta etapa corresponde al chorito (*Mytilus chilensis*) de 2 a 5 mm tamaño. Las postlarvas de loco, como se mencionó en el capítulo 1, horadan las valvas de la presa, introducen su proboscis y succionan sus partes blandas.

Cuando la cantidad de alimento (o presas) no es la adecuada, se produce mortalidad debido a canibalismo (fig. 29 C). Esto ocurre porque durante parte del cultivo intermedio la concha de las postlarvas es todavía muy blanda. Por ello, se debe alimentar hasta saciedad.

Durante esta etapa se realiza un manejo semanal en los estanques, que consiste en extraer los choritos consumidos y reponerlos por otros vivos, también se lavan los estanques, se elimina la mortalidad y se realiza el conteo y medición de los individuos.



Fig. 29: (A) Un loco de aprox. 20 mm perfora *M. chilensis* (B) Presa consumida (C) Ejemplar consumido por otro loco (D) valvas de semillas de mitilidos consumidas por los juveniles de loco.

2.2.7 Cultivo de Engorda

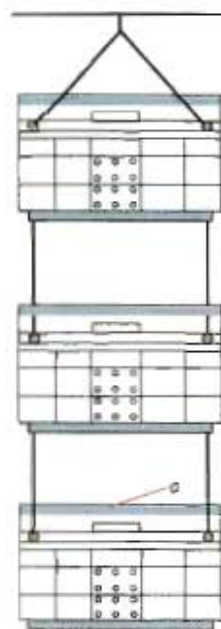
Una vez que las semillas de loco alcanzan un tamaño entre 2 a 3 cm de largo peristomal, se encuentran listas para comenzar la etapa de engorda, la cual se realiza en el mar en long-line de 100 m de largo, de los cuales se suspenden los sistemas de cultivo consistentes en cajas plásticas de 40x40x60 cm que se cubren con una malla de trama pequeña. Tres cajas por cuerda vertical pueden ser manejadas adecuadamente.

Los individuos son puestos en las siguientes densidades:

- 100 Individuos por caja, de 2 a 5 cm de largo peristomal
- 50 Individuos por caja, de 5 cm o más de largo peristomal.

El tamaño comercial en el cultivo depende de la demanda del mercado y no del tamaño mínimo establecido por la legislación pesquera que es de 10 cm de longitud peristomal, por lo cual la engorda puede ser variable en tiempo de cultivo.

Durante esta etapa también se suministra alimento vivo de la especie *Mytilus chilensis*. La relación tamaño presa-depredador se describe en la figura 30.



Vista lateral de un sistema de engorda. Las jaulas están tapadas con una malla (a) y están construidas de una manera que permite el libre flujo de agua.

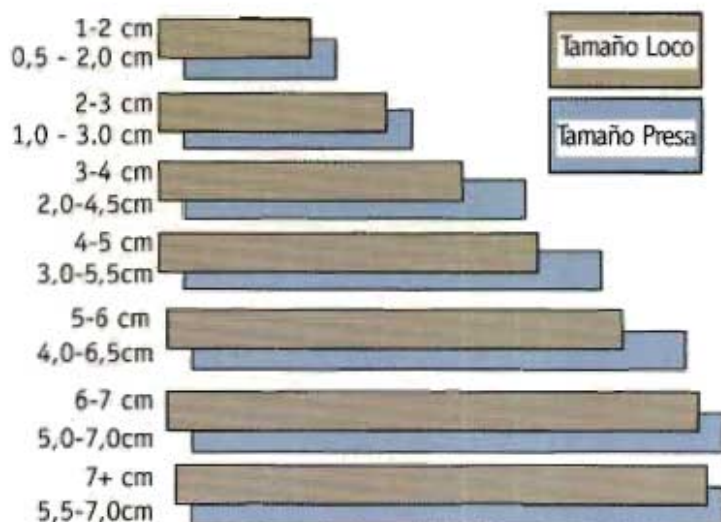
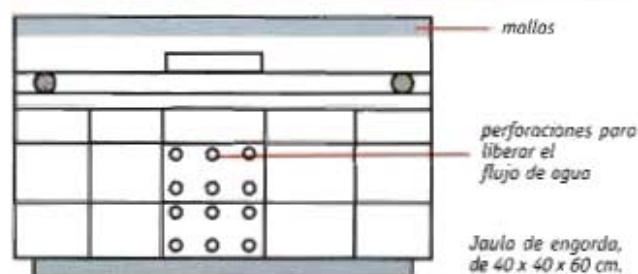


Fig. 30: Relación tamaño presa - predador.



Jaula de engorda, de 40 x 40 x 60 cm.

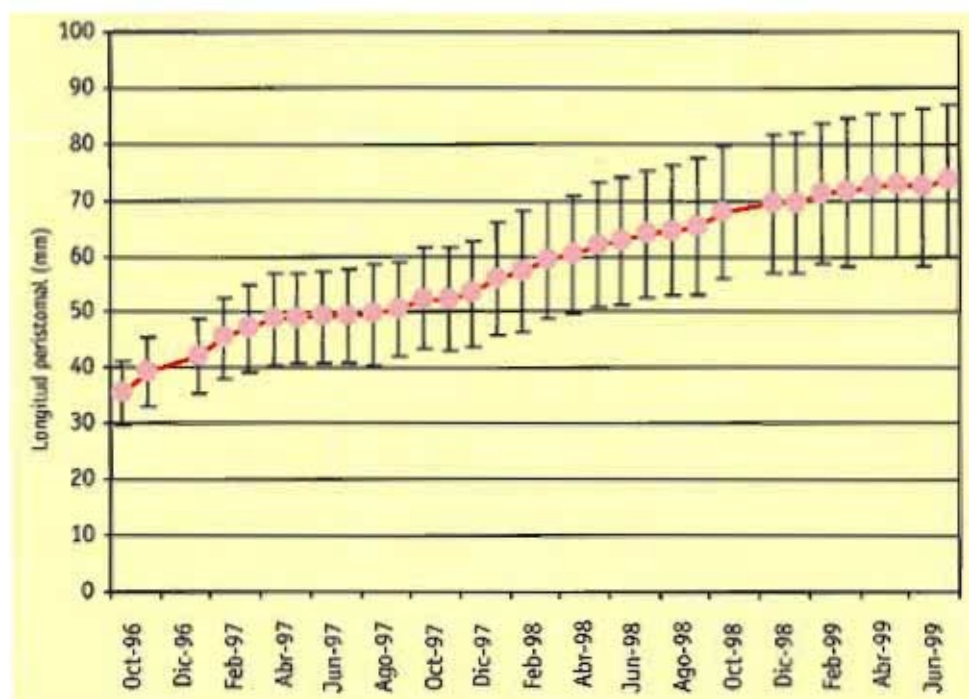


Fig. 31: Crecimiento de ejemplares de *C. concholepas* durante un cultivo de engorda, desarrollado por el IFOP

Mensualmente se limpia y repone alimento en cada unidad del sistema. También se controla el crecimiento, la densidad y sobrevivencia.

Con respecto a la duración de esta etapa se han desarrollado experiencias de crecimiento de locos provenientes de bancos naturales con el objeto de obtener información de tasas de crecimiento bajo condiciones controladas, que sirvan como

referencia para experiencias posteriores (fig. 31). Los crecimientos obtenidos hasta la fecha, permitirían obtener locos de talla cosechable (sobre 60 mm de largo peristomal) a partir de tres años desde el inicio del cultivo. La cosecha se realiza una vez que los individuos alcanzan la talla esperada, extrayendo las bandejas de engorda del sistema suspendido.



Esquema de cultivo de *Concholepas concholepas*, desde la etapa de acondicionamiento hasta la cosecha.

La cosecha, dependiendo de la demanda comercial, puede ser efectuada después de los 3 años, desde el inicio del cultivo.

- ACUÑA, E. y J. STUARDO. 1979. Una estimación de clases anuales y crecimiento relativo en muestras de dos poblaciones de *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789). *Biología Pesquera Chile* 12: 131-42.
- ALDERSTEIN, S.A. 1986. Age and growth of *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789). MS Thesis, University of Washington, Seattle. 179 pp.
- ARIAS, E. 1983. Variaciones Morfológicas en Juveniles de *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789). Tesis Universidad de Concepción. Pp. 49.
- ARIAS, E. 1991. Reclutamiento de *Concholepas concholepas* en la zona submareal de Chiloé Chile. Resúmenes XI Jornadas de Ciencias del Mar, R8.
- AVILES, S. y LOZADA, L. 1975. Estudio Histológico del Ciclo Reproductivo de *Concholepas concholepas* (Brugière 1789) en Punta Saliente, Coquimbo. Bol. Soc. Biol. de Concepción, Tomo XLIV, pp207 - 218.
- AVILES, S. 1986. Análisis del recurso loco con énfasis en su Pesquería. Comité Técnico Asesor para el Estudio del Recurso Loco. Subsecretaría de Pesca. 7 pp.
- BARAHONA, N. 2000. Investigación Situación Pesquerías Bentónicas 2000. Informe Final Anexo Recurso Loco.
- BUSTOS, E. 1987. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales bentónicas. III, IV y X Región 1986: Estado de Situación del recurso. Informe Técnico AP 87/5. Stgo. Chile. IFOP: 163.
- BUSTOS, E.; E. PACHECO; A. ZABALA; E. LARA; H. ROBOTHAM; A. REYES & A. AUGSBURGER. 1985. Estudio de edad y crecimiento del recurso loco (*Concholepas concholepas*) en la III y X Región. Instituto de Fomento Pesquero. Reporte a CORFO (10/85). 42 pp.
- BUSTOS, E.; H. ROBOTHAM; E. LARA & E. PACHECO. 1986. Edad y crecimiento de *Concholepas concholepas* y consideraciones a la aplicación de la ecuación de Von Bertalanffy (Gastropoda Muricidae). Investigación Pesquera (Chile) 33: 33-45.
- BUSTOS, E.; E. PACHECO; A. ZABALA; E. LARA; H. ROBOTHAM; A. REYES & A. AUSBURGER. 1985. Estudio de Edad y Crecimiento del Recurso loco (*Concholepas concholepas*) en la II y X Región. IFOP. 39 pp.
- BUSTOS, E. GODOY, C. OLAVE, S. y TRONCOSO, R. 1991. Repoblamiento recurso loco *Concholepas concholepas* (Brugière 1789) En: Instituto de Fomento pesquero. Desarrollo de técnicas de producción de semillas y repoblación de recursos bentónicos: 1 - 108. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- BUSTOS, E. y NAVARRETE, F.2000. Informe Final Proyecto Diversificación de la Acuicultura en la X Región.
- CARRIKER, M.R. 1981. Shell penetration and feeding by naticans and muricean predatory gastropods: a synthesis. *Malacología* 20 (2): 403-422.
- CARRIKER, M.R. 1990. Functional significance of the pediveliger in bivalve development. pp. 267 - 282. In the bivalvia, Proceedings of a Memorial Symposium in Honour of Sir Charles Maurice Yonge ed. B. Morton. Hong Kong Univ. Press, Hong Kong.
- 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. y J. CANCINO. 1976. Spawning behaviour and egg capsules of *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). *Marine Biology* 37: 255 - 263.
- CASTILLA, J. C. y CANCINO, J. 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.; GUIZADO, CH. y J. CANCINO. 1979. Aspectos Ecológicos y Conductuales Relacionados con la Alimentación de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). *Biología Pesquera Chile* 12: 99-114.
- CASTILLA, J y CH. GUIZADO. 1979. Conducta de Alimentación Nocturna de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae) *Biología Pesquera Chile* 12: 125-130.
- CASTILLA, J.C. y DURAN, L. R. 1985. Human exclusion from the rocky intertidal zone of central Chile: The effects on *Concholepas concholepas* (Gastropoda). *OIKOS* 45: 391 - 399. Copenhagen.
- CASTILLA, J.C. JEREZ, G. y NELSON, L. 1985. Recolección tradicional de "locos" *Concholepas concholepas* en Chile Central y descripción de un antiguo arte de pesca artesanal. *Biología Pesquera* 14: 46 - 50.
- CASTILLA, J.C. & G. JEREZ. 1986. Artisanal fishery and development of a data base for managing the loco, *Concholepas concholepas*, resource in Chile. In G.S. Jamieson and N. Bourne (ed.), North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates. Can. Spec. Pub. Fish. Aquat. Sci. 92: 133-139.
- DURAN, R & J.C. CASTILLA. 1988. Determinación de la fecundidad de *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) (Gastropoda, muricidae) en condiciones de laboratorio. *Rev. Biología Pesquera* 17: 39-45.
- FLORES, G. y WARD, P. 1966. Elementos corpusculares de la sangre de *Concholepas concholepas* (Brugière) IX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Chile.Valparaíso, Diciembre de 1966.
- FLORES, G.; M. KRAUSKOPF; J. CONCHA. 1967. Etude microscopique préliminaire du coeur de *Concholepas concholepas*. *Annales de Histochimie* 12: 233 - 241.
- GALLARDO, C.1973. Desarrollo intracapsular de *Concholepas concholepas* (Brugière). Publicación Ocasional N°16. Ed. Museo Nacional de Historia Natural. Santiago, Chile. 16 pp.
- GALLARDO, C. 1979. El ciclo vital de Muricidae *Concholepas concholepas* y consideraciones sobre sus primeras fases de vida en el bentos. *Biología Pesquera Chile*. N° 12: 79-89.

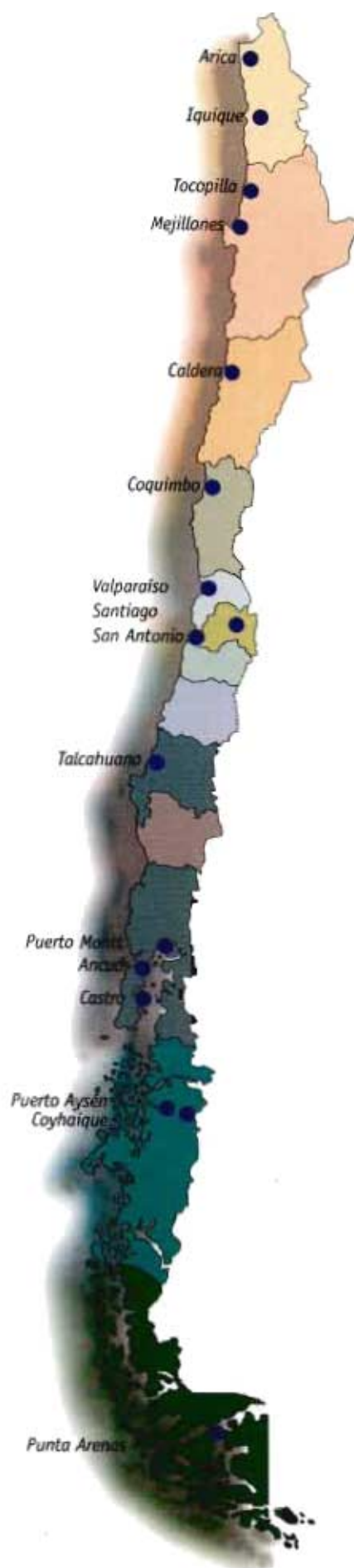
- GALLARDO, O. 1994. Efecto de diferentes salinidades en la sobrevivencia embrionaria y desarrollo intracapsular del Gastrópodo *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) bajo condiciones de Laboratorio. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 29 (2): 263 - 279.
- GARRIDO, O y C. GALLARDO. 1993. Ultraestructura de la Cápsula Ovífera de *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) (Gastropoda: Muricidae). Rev. Biología Marina, Valparaíso, 28 (2): 191-201, Diciembre.
- GUISADO, CH. y J.C. CASTILLA. 1983. Aspects of the ecology and growth of an intertidal juvenile population of *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae) at Las Cruces, Chile. Mar. Biol. 78: 99-103.
- GEAGHAN, J. & J.C. CASTILLA. 1988. Assessment of the present capacity for management of the loco *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) (Gastropoda, Muricidae) in Chile. Rev. Biología Pesquera 17: 57-72.
- GRUBER, G y CARRIKER, M. 1990. A note on the accessory boring organ and shell boring by the "loco" *Concholepas concholepas* (Muricidae, Gastropoda). Bulletin of marine science, 47(3): 739 - 744, 1990
- GUZMAN E.G.M. AMIN y M. DELPIN. 1972. Análisis Histológico del sistema reproductor masculino de *Concholepas concholepas* (Brug. 1789). Bol. Soc. Biol. Concepción 14: 117 - 127.
- GUZMAN, L. C. RIOS, M. IBARRA y S. OYARZUN. 1987. Investigación bancos de ostiones y locos. 1.- Recurso loco *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) Informe Final. Inf. Inst. Pat.. 37:94 p.
- HALLER, B. 1888. Die Morphologie der Prosobranchier, gesammelt auf einer Erdumsegelung durch die Königlich Italienische Korvette "Vettor Pisani". Morphologisches Jahrbuch 14: 54 169 Lams. 3 - 8.
- HERRERA, G. y A. ALVIAL. 1983. Talla mínima de madurez gonádica en poblaciones de *Concholepas concholepas* (Brugière 1789) (Mollusca: Gastropoda: Muricidae) en Iquique, Chile. Memorias de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura 5 (2): 289-293.
- HUAQUIN, L. 1966. Anatomía de *C. concholepas* (Brugière, 1789) (Gastropoda, Muricidae). Tesis Mimeografiada, Univ. Católica de Chile: 1-53.
- HUAQUIN, L. 1979 Análisis Histológico del ovario de *Concholepas concholepas* (Brugière 1789) (Gastropoda : Muricidae) Biología Pesquera Chile 12: 71 - 77
- HUAQUIN, L. y BUSTOS - OBREGON, E. 1981 Ultrastructural analysis of spermatid differentiation in *Concholepas concholepas*. Arch. Biol. (Bruxelles) 92: 259 - 274.
- HUAQUIN, L.; MENDEZ, M.; CANCINO, J.; y GARRIDO, J. 1994 Consideraciones Morfológicas y Longitudes Relativas del Ostradio de *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) (Gastropoda : Muricidae). Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. U.A.B.C.S. 5 (Número Especial 1 COLACMAR) : 7 - 15.
- JEREZ, G. y D. RIVAS. 1988. Captura total permisible del recurso loco. Circular Instituto Fomento Pesquero, Santiago, Chile. 23 pp.
- 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.
- LAMBIOTTE, M. 1975. Le genre *Concholepas* J.B. Lamarck, 1801. Informations de la Société Belge de Malacologie. Sér., 4 N° 2:37 - 46.
- LEPEZ, M.I. 1987. Ecología intermareal de *Concholepas concholepas* (Brugière 1789) bajo dos regimenes de intervención antrópica. Tesis de Magister, Universidad Austral de Chile. 136 pp
- LEPEZ, M.I., ARACENA, O., OLIVARES, O. Y PEÑA, G. 1991. Época Lugar e Intensidad del reclutamiento de *concholepas concholepas* (Brugière 1789) (Gastropoda , Muricidae) en el intermareal de Ramuntcho, Octava Región, Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 26(2): 295 - 308.
- LOZADA, E.; M.T. LOPEZ y R. DESQUEYROUX. 1976. Aspectos ecológicos de poblaciones chilenas de loco *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) (Mollusca, Gastropoda, Muricidae). Biología Pesquera Chile 8: 5-29.
- MALDONADO, C. R. 1965. Estudio macroscópico, microscópico e histológico de *Concholepas concholepas*. Rev. Biología Marina. Montemar, Chile. N° 1- 2 y 3: 121-127.
- 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.
- MORENO, C. A.; K. M. LUNECKE & M. I. LEPEZ. 1986. The response of an intertidal *Concholepas concholepas* (Gastropoda) population to protection from man in southern Chile, and the effects on benthic sessile assemblages. Oikos (Copenhagen) 46: 359 - 364.
- MORENO, C. A.; y REYES, A. 1988. Densidad de *Concholepas concholepas* (Gastropoda, Muricidae) en la reserva marina de Mehuín: Evidencias de falla en el reclutamiento. Biología Pesquera 17: 31 - 38.
- MORENO, C. A.; G. ASCENCIO y S. IBAÑEZ. 1993. Patrones de asentamiento de *Concholepas concholepas* (Brugière) (Mollusca: Muricidae) en la zona intermareal rocosa de Valdivia, Chile.
- NAVARRO, J. & R. TORRILLOS. 1994. Seasonal variation in oxygen uptake and ammonia excretion in the predatory gastropod *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789). Comp. Biochem. Physiol. 108A, No 1. Pp 39-46.
- OLIVA, D. y J. C. CASTILLA. 1990. Repoblación natural: el caso del loco *Concholepas concholepas* (Gastropoda: Muricidae), en Chile Central. Cultivo de Moluscos en América Latina, Memorias. Segunda Reunión Grupo de Trabajo Técnico. A. Hernández (de.): 273-295.
- PONCE, O., A. MAGAÑA. y C. GOSET. 1988. Estudio Funcional y Morfológico de la Glándula de Leiblein de *Concholepas concholepas*. Archivos de Biología y Medicina Experimentales. Vol. 21, N°2, R-322.

- PONCE, O.; A. MAGAÑA; L. SÁNCHEZ y S. ENRÍQUEZ. 1990. Estudio Funcional de la Glándula de Leiblein en *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789). Boletín Soc. Biol. Concepción, Chile. Tomo 61, pp. 127-134.
- RAMORINO, L. 1975. Ciclo Reproductivo de *Concholepas concholepas* en la zona de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 15 (2): 149-177, mayo 1975.
- RAMORINO, L. 1979. Conocimiento Científico actual sobre Reproducción y Desarrollo de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). Biología Pesquera Chile 12: 59-70.
- REYES, A. y MORENO, C. 1990. Asentamiento y crecimiento de los primeros estadios bentónicos de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Muricidae) en el intermareal rocoso de Mehuín, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 63: 157 - 163.
- REYES, A. CARMONA, A. SEPULVEDA, S. ARIAS, E. ROJAS, C. BARAHONA, N. SASSO, L. LOZADA, E. 1990. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales. Estado de Situación y perspectivas del recurso. SGI - IFOP 91/10
- RIVAS, D.A. y CASTILLA, J. C. 1987. Dinámica de poblaciones intermareales de *Concholepas concholepas* (Brugière 1789) (Mollusca: Gastropoda) en Chile Central. Investigación Pesquera Chile 34: 3 - 19.
- SCHWABE, G.H. 1959. Biometrische Daten zur Schale von *C. concholepas* Brugière (Mol. Muricidae) an der chilenischen Küste und ihr ökologischer Indikatorwert. Inter. Rev. Des Hydrobiol. 44: 449 - 462.
- SOMMER, H.-J. 1991. Zur Ökologie ausgewählter Benthosarten im chilenischen Felslitoral: Wiederbesiedlungsversuche mit *Concholepas concholepas*. Diplomarbeit aus dem Zoologischen Institut der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, BRD. 81 p.
- SOMMER, H.-J. y W. STOTZ. 1991. ¿Puede el loco *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) vivir en fondos blanqueados? XI. Jornadas de Ciencias del Mar, Viña del Mar, 27 - 29. Mayo.
- SPIGHT, T.M., BIRKELAND, C. and A. LYONS. 1974. Life histories of large and small murexes (Prosobranchia: Muricidae). Mar. Biol. 24, 229-42.
- STUARDO, J. 1979. Sobre la Clasificación, Distribución y Variación de *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789): Un estudio de Taxonomía Beta. Biología Pesquera Chile 12: 5 - 38.
- STOTZ, W. LANCELLOTTI, D. MARTINEZ, D. DE AMESTI, P. y PEREZ, E. 1991. Variación temporal y espacial del registro de juveniles recién asentados de *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789), en el intermareal rocoso de la IV Región, Chile. Rev. Biol. Mar., Vol 26 Nº 2 351 - 361.
- STOTZ, W. Y E. PEREZ. 1992. Crecimiento y Productividad del Loco *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) como estimador de la capacidad de carga en áreas de manejo. Rev. Investigación Pesquera (Chile) 37: 13-22.
- TOBELLA, G. 1975. Crecimiento de *Concholepas concholepas* (Brugière 1789) (Moll. Gast. Muricidae). Boletín Sociedad de Biología de Concepción 49: 185-89.
- VIVIANI, C.A. 1975. Comunidades marinas litorales. Dirección de Investigaciones. Centro de Investigaciones Marinas, Laboratorio de Ecología Marina, Universidad del Norte, Sede Iquique, 196p.
- 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.
- WARD, P.; G. FLORES; M. KRAUSKOPF y J. CONCHA. 1979. Estudios sobre la Sangre y la Actividad Cardíaca del Corazón del *Concholepas concholepas*. Biología Pesquera Chile 12: 39-49.

Este Manual forma parte de una serie de publicaciones que la División de Acuicultura del Instituto de Fomento Pesquero pone a disposición del público en general, como una forma de difundir las actividades de cultivo de diversos recursos marinos:

- El cultivo de la Almeja (*Venus antiqua*)
- El cultivo del Erizo (*Loxechinus albus*)
- El cultivo del Loco (*Concholepas concholepas*)
- Cultivo y repoblamiento de la Luga Roja (*Gigartina skottsbergii*) en Chile
- El Cultivo del Chorito (*Mytilus chilensis*)
- Cultivo y repoblamiento de la Luga Negra (*Sarcothalia crispata*) en Chile
- Producción de Microalgas
- El cultivo del Esturión Blanco (*Acipenser transmontanus*) y del Esturión de Siberia (*Acipenser baeri*)
- El cultivo de la Macha (*Mesodesma donacium*)
- Manejo genético del Salmón Coho (*Oncorhynchus kitsuch*)





División de Acuicultura

Balmaceda 252 • Casilla 665

Teléfono: (+56)(65)250085

264697

262963

259995

Fax: 262961

e-mail: ebustos@ifop.cl

Hueihue

Camino Manao s/n

(X Región)

Putemún

Ten- Ten s/n, Fax: 65- 634523

(X Región)

Coyhaique

"Dr. Shiraishi" Complejo Piscícola, Coyhaique

Camino Aeropuerto Tte. Vidal s/n

Teléfono: 67-231419, Fax: 67-233075

(XI Región)

Puerto Chacabuco

Ensenada Baja, Fonofax : 67 351104

(XI Región)

Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)

Oficina Central:

Valparaíso

Huito 374, Casilla 8.V

Teléfono 56-32 -212630, Fax: 56-32 - 213178

Código postal 2370282

www.ifop.cl