

**ANTECEDENTES SOBRE LA BIOLOGIA Y TECNOLOGIA DEL
CULTIVO DE *AULACOMYA ATER* (Molina, 1782)
(Mollusca: Mytilidae)**

JUAN CANCINO* y RAÚL BECERRA*

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Laboratorio de Zoología de la Universidad Católica de Chile el financiamiento de la presente Revisión Bibliográfica; a la Sra. María Lucy Villagrán de Becerra, por

la confección de los gráficos; al Dr. Juan C. Castilla y Sr. Alejandro Zuleta por la lectura crítica del manuscrito, y al Dr. Bernabé Santelices, por su ayuda en la preparación del Abstract.

R E S U M E N

El presente trabajo recopila y analiza la literatura relacionada con la biología y cultivo en masa de la "cholga" *Aulacomya ater* (Molina, 1782) en Chile.

La información sobre bancos naturales de la especie proviene, en su mayoría, del extremo sur de Chile. Estos se encuentran generalmente entre 0 y 20 metros de profundidad, asociados a fondos rocosos con pendiente fuerte. Un análisis de los datos pertinentes no muestra diferencias significativas en densidad de animales entre distintos tipos de sustratos.

El desove de la "cholga" ocurre entre noviembre y febrero. La duración del período larvario de vida libre es desconocida y el período de fijación larvaria masiva se conoce sólo aproximadamente. Falta información sobre una posible prefijación larvaria, previa a la fijación definitiva, todo lo cual limita la obtención de buena fijación larvaria en colectores artificiales de semilla.

Debido a la falta de datos ecológicos y a la heterogeneidad de interpretaciones, es difícil elaborar conclusiones definitivas sobre la velocidad de crecimiento y el número de anillos de crecimiento formados anualmente por la especie en distintos puntos de la costa chilena. Aparentemente, la velocidad de crecimiento y el número de anillos de crecimiento por año es mayor en el sur de Chile. Por otro lado, la velocidad de crecimiento puede modificarse —según se sabe para otros mitílidos— por la densidad de individuos en el banco, riqueza planctónica, temperatura, etc. En *Aulacomya ater*, el crecimiento se acelera en las cuerdas de cultivo, alcanzándose el tamaño comercial aproximadamente en dos años.

Algunas ecuaciones para relaciones entre la talla y otros parámetros de la concha son diferentes para ejemplares de Antofagasta, Chiloé y Magallanes, probablemente debido a que parámetros ambientales.

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

tales como densidad de los bancos, tipo de fondo, y otros —no considerados en los estudios realizados hasta la fecha— afectan la morfología externa de las valvas de los mitílicos.

Con respecto al cultivo de la especie, se resume la metodología usada en la confección de cuerdas, encordado, desdoble y captación de larvas y se señalan los problemas que, a nuestro juicio, son indispensables solucionar para lograr el cultivo a gran escala.

ABSTRACT

The present work reviews the literature pertinent to the biology and mass culture of *Aulacomya ater* (Molina, 1782) in Chile.

Most of the information on Chilean *Aulacomya* natural beds has been gathered from localities in southern Chile. Most beds, so far studied, have been found occurring at depths between 0 and 20 m, normally associated with rocky bottoms and steep slopes. An analysis of pertinent data does not show significant differences in densities of beds occurring in different types of substrata.

Spawning in this species occurs between november and february. The extent of the free larval stage is unknown. Settlement time is only partially known. There is a scarcity of information related to the occurrence of primary and secondary settlement. All these factors limit the success in the catching of seeds in mussel rafts.

There is heterogeneous information on the ecology of the species; therefore, it is difficult to generalize on growth rates or number of annual rings formed at different latitudes through the Chilean coast. However, it appears that the number of annual rings and the growth rates are larger in southern Chile than further north. On the other hand, growth rates apparently could be modified due to density of individuals, plankton abundance, temperature and other environmental parameters. The growth of *Aulacomya ater* is accelerated in hanging ropes, reaching commercial size approximately after two years of culture (two years old).

Environmental parameters apparently affect external morphology as the morphometric equations based on shell sizes have different expressions in individuals from Antofagasta, Chiloé and Magallanes.

A short summary is given on the techniques, materials and problems involved in mass culture of *A. ater*.

1. INTRODUCCION

El método de cultivo suspendido, efectuado mediante la utilización de una balsa o long-line, o sistemas derivados de éstos, basa su éxito en la mayor y mejor utilización de los productores primarios (fitoplancton) de la columna de agua, por parte de los moluscos filtradores.

En Chile, el cultivo experimental de mitílicos se inició en 1965 (González et al., 1974) en la Bahía de Mejillones (Antofagasta), con "cholga", *Aulacomya ater* (Molina, 1782). Posteriormente se instaló en Putemún (Chiloé) una pequeña balsa para la captación de "choro zapato", *Choromytilus chorus* (Molina, 1782). Ambas experiencias dieron resultados promisorios, construyéndose —en 1967— la primera balsa comercial (16 × 16 m.), que se instaló en Isla Talcán (Chiloé). En septiembre de ese mismo año se construyó una balsa de tipo comercial en Mejillones. Actualmente existen en Chile numerosos centros de cultivo experimental y

comercial de mitílicos ("cholga", "choro zapato" y "quilmahue"), de propiedad de diversas Instituciones, Organismos estatales y particulares.

La mitilicultura chilena ha alcanzado ya la etapa preindustrial (López Capont, 1974 b); la superación de esta etapa y el paso a la etapa industrial dependerán del conocimiento que se tenga de la biología de las especies en cultivo. Chile cuenta actualmente con más especies de mitílicos en cultivo que España, país que está a la vanguardia en este tipo de actividad. La solución de los problemas actuales de la mitilicultura chilena debe ser fruto del quehacer científico nacional, ya que en este campo son sólo parcialmente importables la tecnología y los métodos globales; y es fundamental el conocimiento de la biología de las especies en cultivo.

Parece necesario que periódicamente se revise el conocimiento adquirido y se señalen los pro-

blemas que subsisten para investigarlos. La presente revisión pretende resumir los conocimientos relativos a la "cholga" (*Aulacomya ater*), de-

jando en claro que aún son muchos los problemas que deben solucionarse para su cultivo seguro y a gran escala.

2. IDENTIDAD

2.1. NOMBRE CIENTÍFICO:

Aulacomya ater (Molina, 1782).

2.2. NOMBRES COMUNES EN CHILE:

"cholga"; "cholgua".

2.3. DESCRIPCIÓN:

Bivalvo de concha mitiliforme, con su borde dorsal redondeado y su parte más alta hacia la mitad de la valva; el borde ventral generalmente recto, a veces cóncavo. Presenta estrías radiales bien marcadas, en ocasiones cruzadas por finas estrías transversales, independientes de las líneas de crecimiento. Los umbos son puntiagudos, terminales y divergentes. Charnela con un solo diente en la valva derecha, y su correspondiente hendidura en la valva izquierda. Según Soot-Ryen (1955), algunos especímenes grandes

muestran una impresión muscular distinta para el aductor anterior, el cual es obsoleto en especímenes viejos.

Músculo aductor anterior visible sólo en algunos ejemplares de gran tamaño y representado por escasas fibras musculares (Lozada, 1968). Aductor posterior muy desarrollado. Superficie interna de las valvas nacaradas, con tonos rosados y violáceos. Los especímenes juveniles presentan conchas de color pardo claro o amarillento, algunas veces con una concha rudimentaria o embrionaria azulada (Soot-Ryen, 1955). Los especímenes más viejos poseen periostraco negro brillante o negro violáceo o azulado. Ocasionalmente, la superficie de las conchas puede tener otras coloraciones por la presencia de epibiontes (Osorio y Bahamonde, 1968). La talla máxima controlada corresponde a 17 cm. (Solís y Lozada, 1971).

3. DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y HABITAT DE LA ESPECIE

3.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA:

Según Soot-Ryen (1955), *Aulacomya ater* vive desde el Callao (Perú) hasta el Estrecho de Magallanes. Osorio y Bahamonde (1968) mencionan que se encuentra, además, en Islas Juan Fernández y, por el Atlántico, desde el sur de Brasil hasta Tierra del Fuego e Islas Malvinas.

3.2. HABITAT:

Soot-Ryen (1955, 1959) señala que esta especie vive desde la zona intermareal hasta los 40 m. de profundidad y sobre sustratos duros.

Una prospección realizada en la zona de Puerto Natales y canales adyacentes (Capurro, 1974) entrega información sobre el rango batimétrico de la especie y los tipos de fondo en que se encuentran bancos de mitílidos. Las Figuras 1 y 2 y la Tabla 1 han sido confeccionadas con datos de este autor; para tal efecto hemos considerado

sólo los bancos formados exclusivamente por "cholga".

La especie vive preferentemente sobre los 20 m. de profundidad en fondos rocosos verticales. El mayor número de bancos prospectados se ubica entre 0 y 20 m. de profundidad, encontrándose la especie —como máximo— a 30 m. de profundidad (Figura 1). El 77.01% de estos bancos se asienta sobre fondos rocosos (Figura 2 y Tabla 1); los bancos formados exclusivamente por "cholgas" son menos frecuentes sobre otros tipos de fondo. Un alto porcentaje (63,22%) de los bancos fueron encontrados sobre fondos de pendiente fuerte (pared vertical) y sólo el 8,05% de ellos se situaban en fondos planos (Figura 2).

La correlación entre el número de bancos de "cholgas", tipo de sustrato e inclinación de éstos, expresado por el Coeficiente de Contingencia "C" es de 0,48, valor significativamente diferente de cero a un nivel de significación de 0,001. Este valor se computó de la Tabla 1 fusionando

Tabla 1

Tipos de fondo e inclinación del sustrato en que se encuentran bancos naturales de *Aulacomya ater* en la región de Puerto Natales (con datos de Capurro, 1974)

Tipo de Sustrato	Números de Bancos según ZONAS DE PROSPECCION			Número total de Bancos en cada Sustrato y % del total N° %		Densidad promedio (cholgas/m ²)	Número de Bancos según INCLINACION DEL SUSTRATO			
	Zona 1 Golfo Almirante Montt	Zona 2 Seno Unión	Zona 3 Canal Sarmiento				Plano	Pequeña Pendiente	Pendiente	Pared vertical
Roca	7	34	26	67	77,01	443,03	4	5	6	52
Fango-Roca	—	—	7	7	8,04	412,43	—	1	3	3
Fango	1	3	1	5	5,74	331,00	1	2	2	—
Arena	—	3	—	3	3,44	319,33	2	1	—	—
Arena Roca o Piedra	1	1	1	3	3,44	437,33	—	1	2	—
Arena Fangos Roca o Piedra	—	1	1	2	2,32	646,00	—	—	2	—
Talla Modal (mm.)	80-84 77,9%	95-99 79,9%	100-104 90,3%							

Tabla 2

Escala de Madurez Sexual para *Aulacomya ater*, según distintos autores

<i>Tomicic (1966)</i>	<i>Lozada (1968)</i>	<i>Solis y Lozada (1971)</i>
<p>Estado I: INMADUROS <i>Hembras:</i> gónadas pequeñas compactas, apenas alcanzan los lóbulos del manto; color amarillento. Color similar al de los machos. <i>Machos:</i> presentan espermatogonias.</p>	<p>Estado I: INMADUROS Individuos pequeños, sexo no definido. Gónadas no desarrolladas o sin gametos. Manto transparente o semitransparente.</p>	<p>Estado A: INMADUROS Idem a Lozada (1968)</p>
<p>Estado II: EN MADURACION Gónadas ocupan gran parte del manto; no se diferencian machos y hembras. <i>Machos:</i> presentan espermatogonias.</p>	<p>Estado IIa: INICIANDO LA MADURACION Gónadas visibles, los gametos empiezan a invadir las ramificaciones gonádicas del manto y del mesosoma. Sexo difícil de diferenciar; hembras beige claro; machos amarillo blanquecino.</p>	<p>Estado B: EN MADURACION Y MADUROS Equivale a IIa + IIb de Lozada (1968)</p>
<p>Estado III: MADUROS Lóbulos del manto ocupados completamente por las gónadas, al presionarla, expele los gametos. Hembras color morado suave, óvulos entre 68-79 micrones de diámetro. Machos presentan espermatozoides en movimiento.</p>	<p>Estado IIb: MADUROS, LISTOS PARA DESOVAR Gónadas muy visibles. Gametos ocupan totalmente el manto y el mesosoma, los que se presentan compactos y turgescen-tes. Sexos claramente diferenciados y de colorido intenso.</p>	
	<p>Estado III: EN DESOVE En el manto y mesosoma empiezan a aparecer sectores flácidos y transparentes.</p>	<p>Estado C: EN DESOVE Y DESOVADOS Equivale a III + IV de Lozada (1968)</p>
	<p>Estado IV: DESOVADOS Manto y mesosoma flácidos, rugosos y casi transparentes, existen muy pocos gametos. Difícil distinguir sexos.</p>	

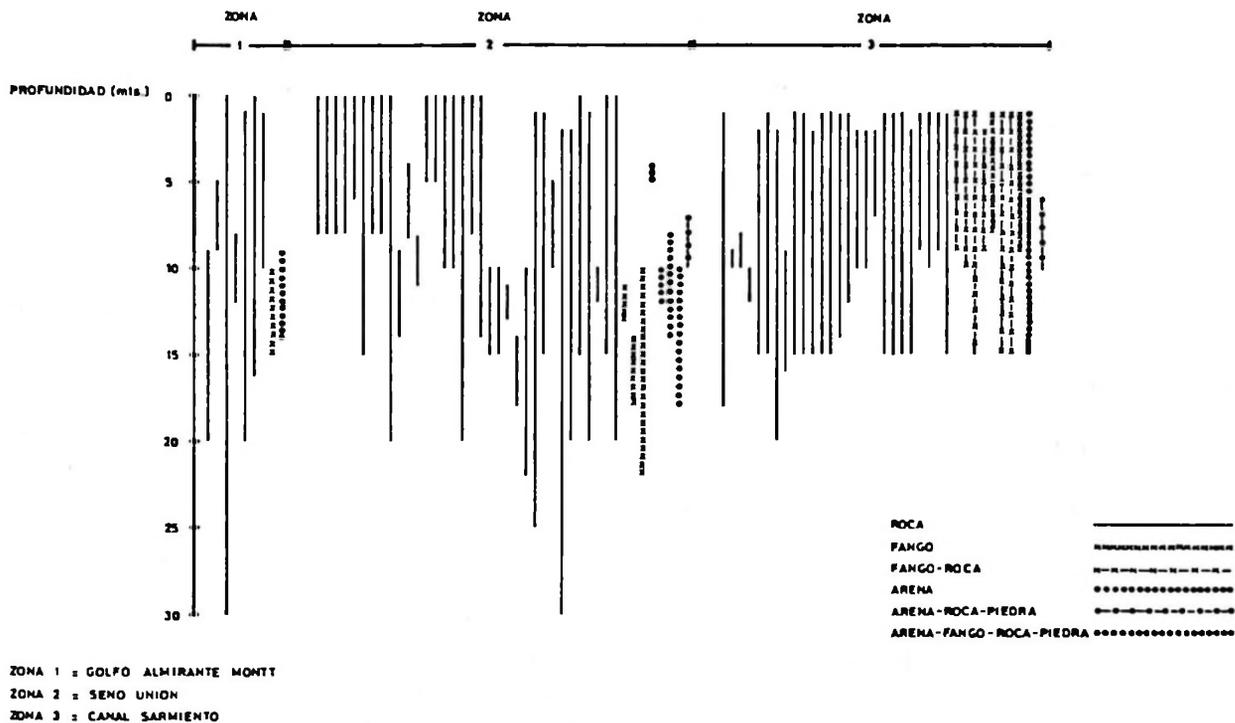


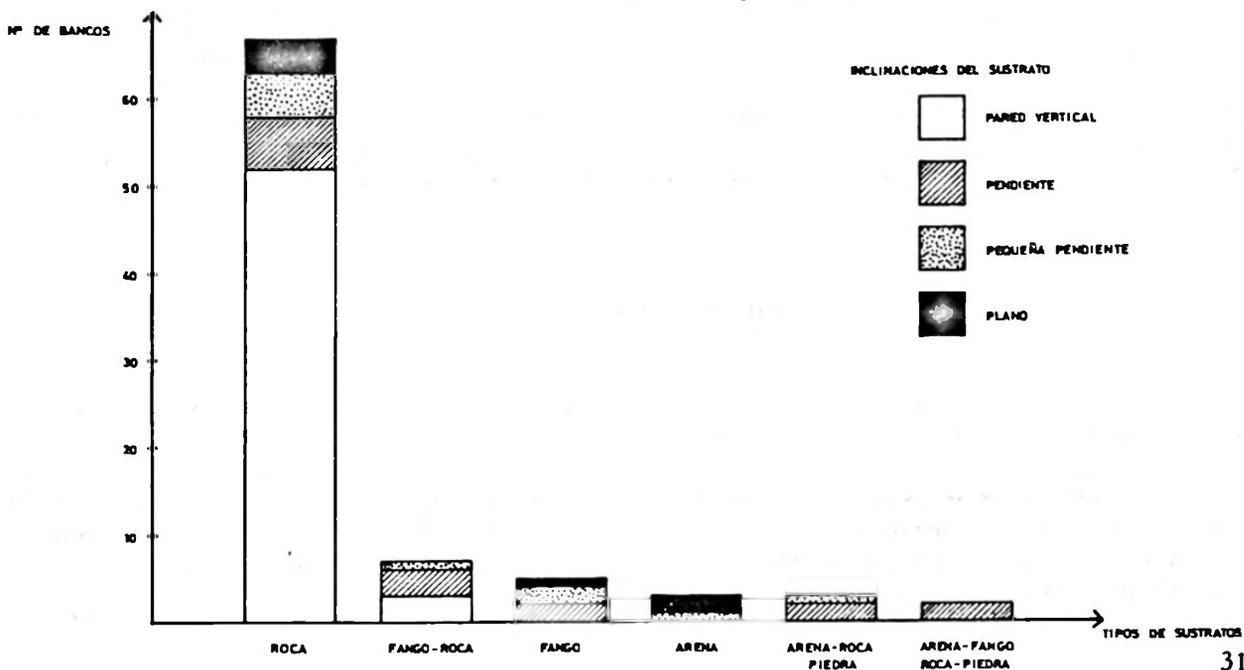
Fig. 1. Tipos de sustratos y profundidades en que se encuentran bancos naturales de *Aulacomya ater* en la zona de Puerto Natales y canales adyacentes (según datos de Capurro, 1974).

—por una parte— las columnas de pequeña pendiente y pendiente —y por otra—, las líneas de sustratos distintos a roca; esto a fin de cumplir con las exigencias de aplicación del Coeficiente de Contingencia “C” (Siegel, 1956).

Si bien la especie tiene su habitat preferente

en fondos rocosos de pendiente fuerte, esto no se hace sentir significativamente en el número de “cholgas” por metro cuadrado. La Tabla 1 muestra que la densidad de “cholgas” en sustrato rocoso es ligeramente superior al encontrado sobre otros tipos de fondo; exceptuando “arena-

Fig. 2. Número de bancos naturales de *Aulacomya ater* en la zona de Puerto Natales, sustrato en que se les encuentra e inclinación de éstos (datos de Capurro, 1974).



fango-roca o piedra". Pero las diferencias observadas no son significativas (Test de Kruskal-Wallis para análisis de varianza sobre la base de rangos). Relaciones similares a las discutidas entre la "cholga" y el tipo de fondo han sido encontradas en la zona de Castro por Saelzer (1969).

Lozada (1968), a partir de un estudio realizado en Putemún, sugiere que la especie tendría su nivel óptimo de vida en aguas poco profundas, fundamentándose en el hecho de haber encontrado a 9 m. de profundidad sólo ejemplares viejos, y muchos de ellos muertos. Los ejemplares muestreados entre 4 y 4,5 m. de profundidad estaban fijados sobre cascajo y mostraron mayor amplitud de tallas y mayor densidad que muestras recolectadas a 5 y 9 m. de profundidad, en fondo de arena y fango. A base de los datos de Capurro (1974) que acabamos de discutir, no tenemos antecedentes para atribuir las diferencias de densidad sólo al tipo de fondo. Probablemente una interacción entre tipo de fondo, inclinación del sustrato y profundidad es la responsable de las diferencias observadas.

Cabe destacar que las densidades de "cholgas" en Chiloé (Lozada, 1968; Saelzer, 1969; IFOP, 1969, Circular 45) son mucho menores que las encontradas en la región de Puerto Natales (Capurro, 1974). Esto seguramente es reflejo de la fuerte explotación de los bancos de *Aulacomya ater* en la zona de Chiloé (IFOP, 1969, Circular 45).

Con respecto a la calidad de la carne, Capurro (1974) señala que en los ejemplares de fondos rocosos ésta es excelente. Las "cholgas" de este tipo de fondo tienen muy poca "perlilla" y escaso número de epibiontes. La Tabla 1 muestra que los bancos de la Zona 3 de Prospección —donde predomina el fondo rocoso— poseen una talla modal mayor que las otras zonas de Prospección. No tenemos antecedentes sobre datos oceano-

gráficos de las 3 Zonas; pero dada su ubicación es esperable que la Zona 3 tenga menos afluencia de agua dulce que las dos restantes. Probablemente esto influye también en la calidad de las "cholgas".

Aulacomya ater está acompañada normalmente en sus bancos naturales de otros moluscos, tales como: *Crepidula dilatata* Lamarck, 1822; *Mytilus edulis chilensis* Hupé, 1854; *Semimytilus algosus* (Gould, 1850); *Fisurella* spp.; *Protothaca thaca* (Molina, 1782); *Choromytilus chorus* (Molina, 1782); por el picoroco *Balanus psittacus* (Molina, 1782) y diversas jaiibas y equinodermos, según la región del país de que se trate. Se ha sugerido que *Aulacomya ater* competiría por el sustrato, en el momento de la fijación, especialmente con otros moluscos bivalvos (Lozada, 1968), pero no se ha demostrado que la competencia realmente ocurra.

Mytilus edulis chilensis parece preferir fondos fango-arenosos, planos, según se deduce de Capurro (1974). De un total de 27 bancos formados exclusivamente por esta especie, el 59,26% fue observado sobre fondo fango-arenoso y sólo el 11,11% sobre fondo rocoso. Este hecho puede deberse a que en la competencia por espacio, *M. edulis chilensis* es desplazado por *A. ater* en el habitat rocoso. De los bancos prospectados por Capurro (1974), 33 mostraron coexistencia de ambas especies; *A. ater* es dominante en todos los bancos con fondo rocoso y en 14 de 24 bancos ubicados sobre otros tipos de fondo.

Si se determina la correlación entre ambas especies (número de bancos formados exclusivamente por una u otra especie) y el tipo de fondo, basándose en el Coeficiente de Contingencia, resulta un valor de $C = 0.574$, valor significativamente diferente de cero a un nivel de 0.001. En consecuencia, ambas especies están correlacionadas con un tipo particular de fondo.

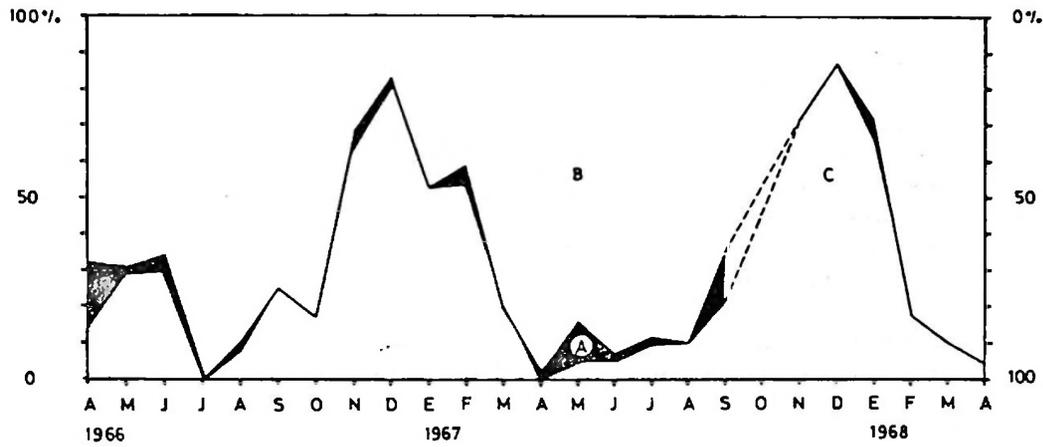
4. BIOLOGIA DE LA ESPECIE

4.1. RECONOCIMIENTO DE SEXOS, PROPORCIONES SEXUALES Y ÉPOCA DE DESOVE

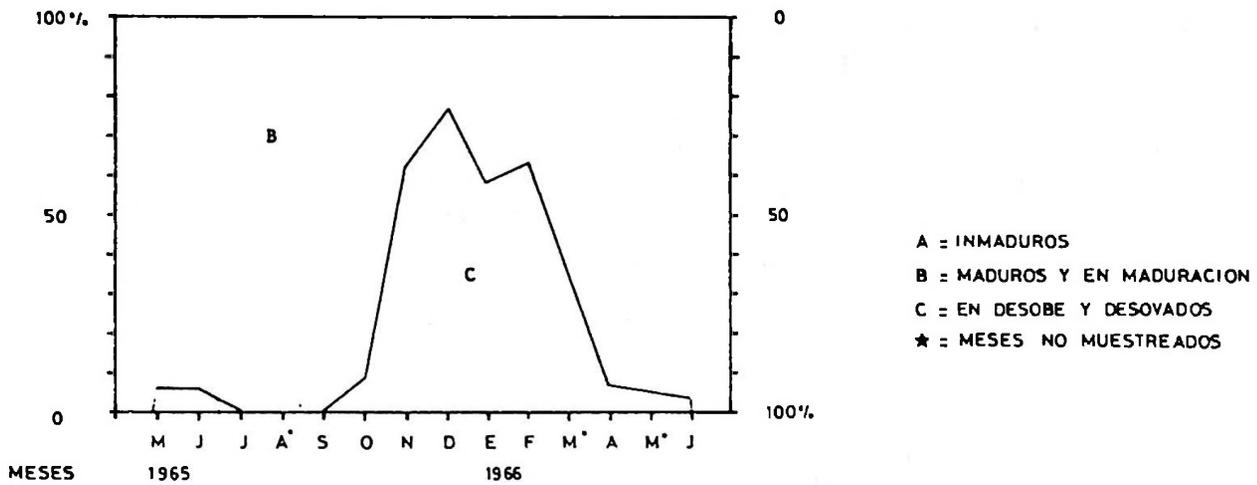
Aulacomya ater posee sexos separados; las diferencias entre machos y hembras pueden ser observadas macroscópicamente por el color de las gónadas una vez que han alcanzado la madurez

sexual. Las gónadas masculinas son de un color amarillo blanquecino; las femeninas son café con manchas moradas (Lozada, 1968). La fecundación es externa: machos y hembras vacían sus gametos al exterior. Las gónadas ocupan principalmente el manto y el mesosoma; los conductos genitales de cada lado confluyen, al

a. CICLO DE MADUREZ SEXUAL DE *A. ater* EN MAGALLANES. (TOMADA DE SOLIS Y LOZADA, 1971).



b. CICLO DE MADUREZ SEXUAL DE *A. ater* EN PUTEMUN (CHILOE). (SEGUN DATOS DE LOZADA, 1968).



c. TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL AGUA EN PUTEMUN (CHILOE). (SEGUN DATOS DE LOZADA, 1968).

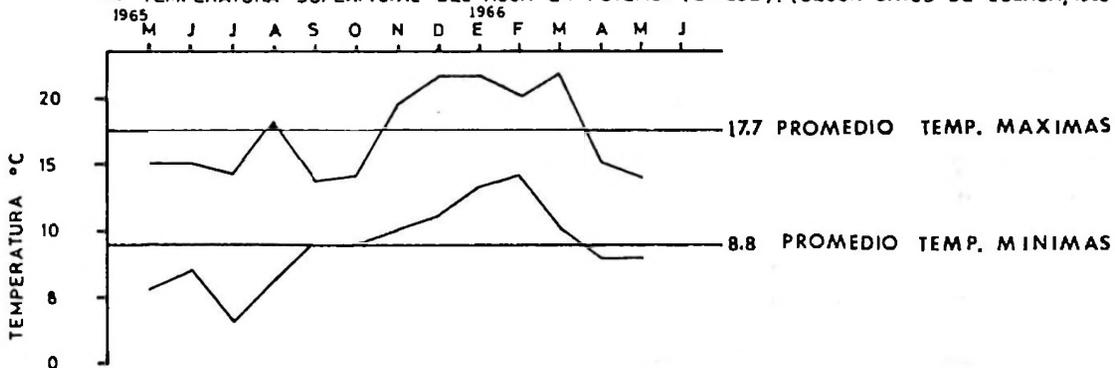


Fig. 3. Ciclo de madurez sexual de *Aulacomya ater* en Magallanes y Putemún y temperatura superficial del agua en este último lugar (según datos de Lozada, 1968; Solis y Lozada, 1971).

parecer, en la zona dorsal, por encima del aductor posterior vaciándose por un conducto único (Stuardo, 1965).

Aparentemente, machos y hembras se dan en una proporción 1:1; Solís y Lozada (1971) examinaron 1.520 ejemplares entre 15 y 170 mm. provenientes de pesquerías comerciales de Magallanes y encontraron 48,2% de machos; 46,2% de hembras y 5,6% de indeterminados. Lozada (1968) examinó en Putemún a 980 individuos: 47,7% eran hembras; 50,3%, machos y 2,0%, indeterminados.

Ulloa (in lit.) observó, en cultivos suspendidos en Coquimbo, que la proporción sexual de hembras y machos es aproximadamente 1:1 en octubre y noviembre de 1975; pero a partir de diciembre se incrementa el porcentaje de machos hasta llegar a 78% en enero de 1976. Por otra parte, los indeterminados aparecen sólo en octubre con 1,3% del total. Sería recomendable que se continúe este tipo de estudio a lo largo de otros años a fin de averiguar si éste es un ciclo.

La talla mínima de desove de *Aulacomya ater* se conoce sólo para la región de Chiloé y es de 65 mm. (Lozada, 1968). Los espermios son fusiformes, su cabeza mide 2 micrones (Tomicic,

1966). Los óvulos miden, según su grado de madurez, de 22 a 165 micrones; el óvulo maduro es esférico y mide —en promedio— 75 micrones de diámetro (Lozada, 1968).

Tomicic (1966) y Lozada (1968) han propuesto Escalas de Madurez para esta especie basándose en el colorido y grado de turgencia de las gónadas (Tabla 2) y estudian el ciclo de madurez sexual durante el año. Solís y Lozada (1971) modifican la escala de Lozada (1968) y la aplican a *Aulacomya ater* de Magallanes (Figura 3a). Cabe destacar que en este lugar se encuentran individuos en maduración y maduros durante todo el año; la frecuencia más alta de éstos se presenta entre marzo y octubre. Ejemplares en desove y desovados son más frecuentes entre noviembre y febrero, pero se encuentran también a lo largo de todo el año (Figura 3a).

La Figura 3b, confeccionada con datos de Lozada (1968), muestra que en Chiloé el ciclo de madurez sexual de la especie es similar al encontrado en Magallanes. Tomicic (1966, 1968) indica que, en Mejillones, el desove se efectúa principalmente en los meses de enero a marzo, observándose fijación larval en febrero y marzo.

El ciclo de madurez sexual de *Aulacomya ater* en Mejillones es mostrado en la Figura 4 (datos

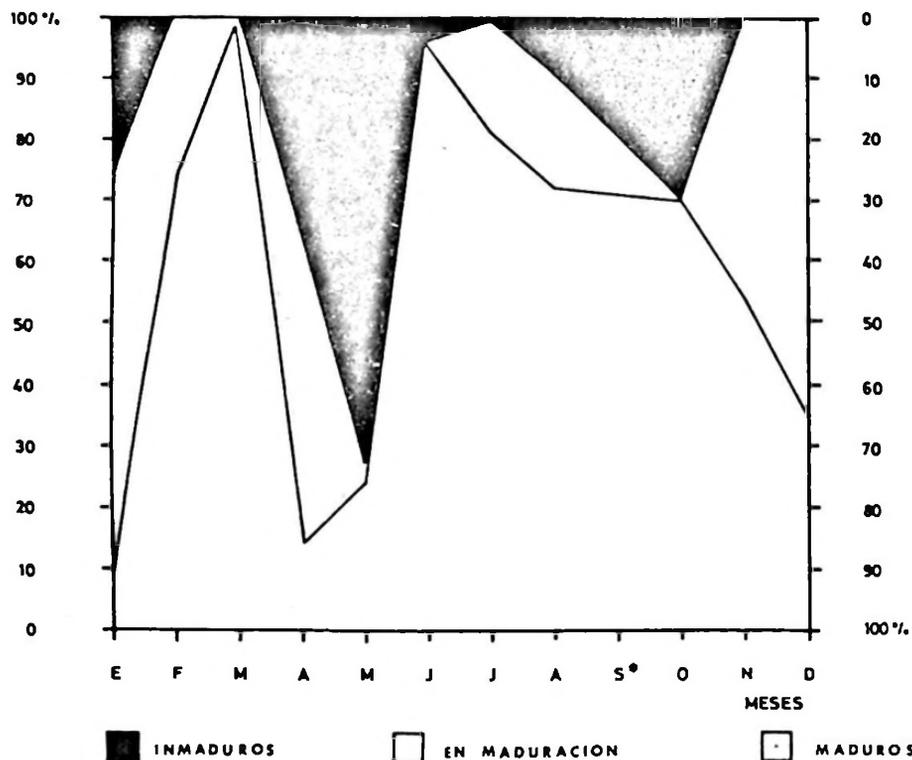


Fig. 4. Ciclo de madurez sexual de *Aulacomya ater* en Mejillones (según datos de Tomicic, 1966). (*Mes no muestreado).

de Tomicic, 1966). Es difícil comparar estos resultados con los de la Figura 3 a y b porque las Escalas de Madurez Sexual usadas son distintas. Es importante hacer notar que en este caso la frecuencia de inmaduros aumenta en forma notoria, entre abril y julio, lo que también ocurre en Magallanes. En Mejillones existe durante todo el año un alto porcentaje de "cholgas" con gónadas en maduración y maduras.

Diversos autores coinciden en señalar que la temperatura podría ser el principal activador del desove (Stuardo, 1965; Tomicic, 1966, 1968; Lozada, 1968; Solís y Lozada, 1971). En la Figura 3c se han graficado las temperaturas máximas y mínimas de la superficie del agua en la zona de Putemún (Lozada, 1968). El desove alcanza altos porcentajes en los meses en los cuales las temperaturas máximas sobrepasan el promedio anual de las máximas (17,7°C) y las temperaturas mínimas están sobre su promedio anual (8,8°C). Tomicic (1968) señala que el desove se realiza en Mejillones en los meses en que la temperatura del mar supera los 18-19°C. Stuardo (1965) afirma que el desove también puede producirse por otras causas, tales como golpes, permanencia en seco e inmersión posterior, etc.

Conocido el hecho de que la temperatura sería el principal factor en la inducción del desove y que en *Aulacomya ater* existen ejemplares maduros y en maduración durante todo el año, debiera intentarse el desove experimental en estanques con temperatura controlada a fin de contar con larvas durante todo el año (Ramorino, 1974). Esto es fundamental para el adecuado aprovisionamiento de semilla y el cultivo a gran escala de la especie.

4.2. DESARROLLO Y FIJACIÓN DE LA LARVA

Los mitílidos pasan durante su desarrollo por un estado larvario de trocófora, de corta duración, el que es seguido de un estado larvario de velígera, cuyo período de vida es variable según la especie de la cual se trate. La velígera está provista de una concha embrionaria y de velo ciliado que hace prominencia entre las valvas (Morton, 1967). La larva provista de concha de la mayoría de los mitílidos posee en sus estados tempranos de desarrollo una forma de letra "D"; se caracteriza porque la unión entre ambas valvas sigue una línea recta ("estado de charnela recta"). Esta larva, junto con incrementar su tamaño, empieza a adquirir forma

redondeada, ocurre la formación del umbo, la diferenciación del ligamento y la formación de dientes en la línea de unión de las valvas ("estado del umbo"). A éste sigue el "estado de pedivelíger", en el cual se forma el pie del mitílido y, tardíamente, deja de ser funcional el velo larval, fijándose el juvenil al sustrato.

La mayoría de las especies de mitílidos cuyas larvas han sido descritas (Chanley, 1969), poseen desarrollo larvario pelágico, pero se conocen algunas cuyas larvas nunca son pelágicas. Las larvas pelágicas de los mitílidos poseen numerosas características comunes. En ellas, la línea de unión entre las valvas se incrementa con el crecimiento del ejemplar (esto no siempre ocurre en otros bivalvos); por otra parte, esta línea de unión es larga en proporción con otras dimensiones de la concha y está provista de numerosos dientes iguales en forma, aunque los de los extremos suelen ser de mayor tamaño que los restantes. El umbo, por lo general, se desarrolla tardíamente. Además, el tamaño que alcanzan las larvas pelágicas de los mitílidos es comparativamente mayor que el de otros bivalvos, llegando a exceder frecuentemente los 300 micrones (Chanley, 1969). Esto trae como consecuencia que el tamaño en el cual ocurre el asentamiento de los juveniles sea relativamente grande (entre 270 y 400 micrones).

Pero, a pesar de estas características comunes las larvas de especies distintas de mitílidos presentan diferencias que permiten distinguirlas cuando coexisten. Estas diferencias pueden darse en el número y forma de los dientes, en el tamaño a que se alcanzan los distintos estados larvarios, en la época de aparición de manchas oculares y estatocistos, en las proporciones generales de la concha, etc.

En lo que *Aulacomya ater* se refiere, se desconoce el número de óvulos que una hembra es capaz de producir. Experimentalmente se ha logrado fecundar artificialmente y mantener vivas las larvas sólo durante dos días (Tomicic, 1966). Se desconoce cuál es la duración del período larvario y cuántos días después de la fecundación ocurre la fijación al sustrato.

Observaciones en colectores y cuerdas de cultivo indican que las larvas de *Aulacomya ater* se fijan preferentemente sobre estructuras filamentosas (Tomicic, 1966; Lozada et al., 1974). Tomicic (1966) indica que se encuentra semilla de esta especie fijada sobre algas filamentosas del género *Chaetomorpha*. Santa Cruz (1966) señala que en Antofagasta no se ha obtenido bue-

na fijación larval sobre colectores de nylon monofilamento; pero, en cambio, se ha logrado buena fijación larval sobre cuerdas trenzadas de red ankovetera en desuso y sobre las propias "cholgas" en cuerdas de cultivo.

Según Tomicic (1966), existiría en *Aulacomya ater* una prefijación larvaria, previa a la fijación definitiva, que requiere de estructuras filamentosas. Efectuada la prefijación, la "cholga" se fija al sustrato definitivo.

La prefijación larvaria y su ulterior fijación al sustrato definitivo están bien documentadas para *Mytilus edulis* (Bayne, 1964); cuyas larvas se prefijan sobre algas filamentosas (*Ceramium*, *Polysiphonia*, etc.) a un tamaño que fluctúa entre 250 y 350 micrones. Raras veces se encuentran larvas de estos tamaños fijadas en los cinturones de *Mytilus edulis* adultos. Las larvas fijadas sobre algas incrementan su tamaño hasta aproximadamente 1 mm., se desprenden por sí mismas e inician una migración durante la cual son llevadas de un lugar a otro por las corrientes de agua, pudiendo pasar a formar parte del plancton (Bayne, 1964). Estos juveniles entre 0,9 y 1,5 mm. de longitud pueden eventualmente fijarse y desprenderse hasta su fijación definitiva en el sustrato adecuado; esta fijación ocurre por lo general en los cinturones de "choritos" adultos.

Si la prefijación, migración y fijación al sustrato definitivo ocurren en forma similar en *Aulacomya ater* debieran tomarse las precauciones necesarias para obtener la semilla de las estructuras filamentosas ofrecidas como colectoras antes que éstas inicien la migración, o, en su defecto, colocar en lugares cercanos a los colectores estructuras adecuadas para la fijación definitiva de los juveniles. Probablemente el poco éxito obtenido en la fijación de semilla a los colectores de fondo utilizados en Antofagasta (Santa Cruz, 1976) se debe a que no se han tomado estas precauciones.

4.3. ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN Y VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

Se han realizado varios estudios sobre la estructura poblacional de *Aulacomya ater* a lo largo de la costa chilena (Tomicic, 1966; Lozada, 1968; Saelzer, 1968; IFOP, 1969, Circular 45; Solís y Lozada, 1971; Capurro, 1974). Además, se ha estudiado la estructura poblacional y el crecimiento en cultivos suspendidos (Lozada et al., 1974; Santa Cruz, 1976; Ulloa, in litteris).

Los ejemplares de mayor tamaño recolectados en Chile han sido de la zona sur. Solís y Lozada (1971) encontraron ejemplares de hasta 170 mm. en muestras de Magallanes; IFOP (1969, Circular 45) informa del hallazgo de ejemplares de hasta 162 mm. en Isla Chaculay (Archipiélago de Chonos); Lozada (1968) recolectó en Putemún ejemplares de 155 mm. Tomicic (1966) afirma, en cambio, que en Mejillones el tamaño máximo alcanzado es de 98,6 mm.

Recurriendo a la lectura de anillos de crecimiento, se ha podido calcular la longitud máxima teórica que podría alcanzar la especie en distintos puntos del país (Solís y Lozada, 1971), y en concordancia con lo observado, el mayor tamaño máximo teórico es el correspondiente al extremo sur.

El problema de velocidad de crecimiento de la especie se ha enfrentado en Chile desde dos puntos de vista:

1) Muestreando la población en estudio a lo largo del año (con frecuencia de aproximadamente un mes). Los ejemplares de la muestra son medidos y agrupados en clases de tamaño. El crecimiento se constata observando el desplazamiento de los grupos modales en un histograma o en un gráfico de frecuencias suavizadas (Lozada, 1968; Lozada et al., 1974).

2) Muestreando una vez o unas pocas veces, la población en estudio y realizando la lectura de anillos de crecimiento, se pueden agrupar los ejemplares según su número de anillos, correlacionándolos con el tamaño. Los datos así obtenidos pueden ser analizados siguiendo dos caminos.

2.1) Graficando la longitud promedio de los ejemplares con "n" anillos en la abscisa, versus la longitud promedio de los ejemplares con "n+1" anillos de crecimiento en la ordenada (Método de Ford (1933) - Walford (1946).

2.2) Graficando la edad (número de anillos) en la abscisa, versus longitud del ejemplar (ordenada), se obtiene la curva típica de crecimiento. La fórmula propuesta para regir este tipo de curva responde a la ecuación de Von Bertalanffy (1938).

La técnica de Ford (1933) - Walford (1946) permite averiguar con mucha facilidad el tamaño máximo teórico que los ejemplares pueden alcanzar en la población en estudio; permite, además, conocer si los anillos están correlacionados con el crecimiento. Siguiendo la metodología de Ford (1933) - Walford (1946), el crecimiento se expresa en una recta; conocida la ecuación de

esta recta se pueden obtener los parámetros que rigen la ecuación de Von Bertalanffy (1938) y someter a prueba si el crecimiento de dos poblaciones es similar.

Problema complicado de solucionar es el de la equivalencia entre anillos de crecimiento y tiempo (indispensable para conocer la edad de los ejemplares). Seed (1968) afirma que, en general, los mitílidos no son formas en las cuales los anillos de crecimiento sean favorables para la determinación de la edad. En *Aulacomya ater*, la lectura de los anillos de crecimiento no es siempre fácil y éstos suelen confundirse con anillos; es recomendable recurrir a rayos X (Lozada, 1968).

Solís y Lozada (1971) afirman que *Aulacomya ater* forma distinto número de anillos por año en distintos lugares de Chile. La especie formaría 1 anillo anual en Antofagasta; 2 anillos anuales en Chiloé y 4 a 5 en Magallanes. Al parecer, la formación de dos anillos por año está bien fundamentada en Chiloé. Lozada (1968) lo confirma observando el desplazamiento modal en histograma y asociando este desplazamiento con el número de anillos adicionados. Solís y Lozada (1971) no entregan evidencias que justifiquen su afirmación con respecto al número de anillos formados por año en Antofagasta y Magallanes.

Existen dos observaciones que contradicen la interpretación que *Aulacomya ater* formaría un anillo anual en Antofagasta; Tomacic (1968) afirma que en un año los ejemplares de esta especie crecen desde aproximadamente 25 mm. hasta 60 mm. de longitud; según Solís y Lozada (1971) (Tabla 3), los ejemplares de 60 mm. estarían en la edad probable "3", y los de 25 mm. estarían aproximadamente en la edad "1". La afirmación de Tomacic (1968) sugiere, en consecuencia, que *Aulacomya ater* agregaría dos anillos por año. Por otra parte, Santa Cruz (1976) encuentra que "cholgas" de 22 mm. de longitud crecen en un banco natural de formación reciente, hasta alcanzar 62 mm. en un año y 10 meses (Tabla 5). Esto nuevamente sugiere la formación de 2 anillos por año. Sin embargo, el mismo autor encuentra en otro banco de Antofagasta que "cholgas" de 32 mm. crecen en igual tiempo sólo hasta 57 mm. (Tabla 5), lo que equivale a agregar un anillo por año.

Es indudable que los datos de crecimiento de la especie en distintos lugares de Chile son difícilmente comparables si no se consideran otras variables, tales como el tipo de fondo, riqueza planctónica, temperaturas, densidad del banco, etc.

Seed (1968) encuentra distintas velocidades

Tabla 3
Crecimiento observado y calculado en *Aulacomya ater* de Antofagasta, Chiloé y Magallanes (tomado de Solís y Lozada, 1971). Se indican tallas máximas teóricas, según cálculos de Solís y Lozada (1971) y de los autores

Edad probable	Antofagasta Talla (mm)		Chiloé Talla (mm)		Magallanes Talla (mm)	
	Observada	Calculada	Observada	Calculada	Observada	Calculada
0	0	2,74	0	2,92	0	0,46
1	32	*20,30	51	*35,50	40	39,80
2	45	38,60	71	65,90	70	72,70
3	59	52,80	90	89,60	100	98,60
4	69	63,90	108	108,10	120	122,40
5	74	72,60	120	122,40	135	141,00
6	81	79,30	130	133,60	—	156,40
7	85	84,50	140	142,30	—	169,20
8	—	88,60	148	149,10	—	179,70
Talla máxima teórica. Cálculos Solís y Lozada (1971)						
	103 mm		173 mm		230 mm	
Talla máxima teórica según cálculos de los autores**						
	102,755		194,793		200,828	

*Valores observados y calculados estadísticamente distintos (χ^2). Curva mal ajustada para esos valores.

**Valores de talla máxima teórica calculados a partir de los datos de tallas observadas publicados en esta Tabla, y siguiendo la Metodología de Ford (1933) - Walford (1946).

de crecimiento en *Mytilus edulis* de lugares muy cercanos ("choritos" intermareales y submareales, por ejemplo). La longitud que alcanzan los individuos de una población y la forma de su concha está influida por la densidad del banco y las compresiones que deben sufrir durante su período de crecimiento.

La Tabla 3 resume el estudio comparativo del crecimiento de *Aulacomya ater* en Antofagasta, Chiloé y Magallanes realizado por Solís y Lozada (1971). Con los datos de esta Tabla se han recalculado los tamaños máximos teóricos siguiendo la metodología de Ford (1933) - Walford (1946) y a base de cuadrados mínimos. Los valores calculados de esta manera son diferentes de los obtenidos por Solís y Lozada (1971). Nótese

que, según nuestros cálculos, los tamaños teóricos máximos de Chiloé y Magallanes son similares, pero se mantiene la tendencia a tamaños mayores en el extremo sur.

Se hace notar que los cálculos de tamaño teórico máximo resultan influidos por la decisión de cuántos anillos se forman por año, según lo muestra la Figura 5, confeccionada siguiendo la metodología de Ford (1933) - Walford (1946), y a base de datos de Lozada (1968) para *Aulacomya ater* en Putemún. Si se considera la formación de 1 anillo por año (Figura 5; recta "a") se predice una talla máxima de 179,60 mm.; si se considera, en cambio, que se forman 2 anillos por año, se predice un tamaño teórico máximo de 194,82 mm. (Figuras 5, recta "b").

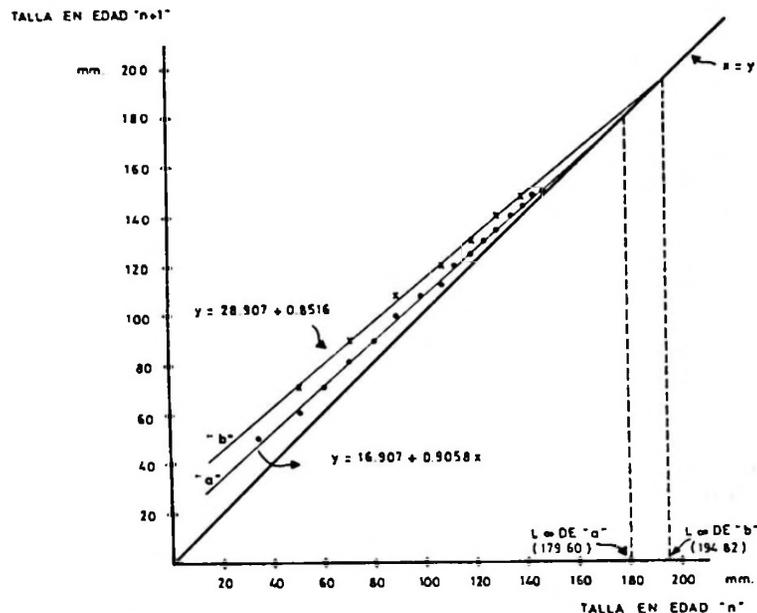


Fig. 5. Tamaño máximo alcanzado por *Aulacomya ater* en Putemún según se considere el número de anillos formados; uno por año (recta "a"); o dos por año (recta "b") (Calculados según datos de Lozada, 1968).

Con respecto a las velocidades de crecimiento de *Aulacomya ater*, Solís y Lozada (1971) concluyen que ésta es baja en Antofagasta, un poco mayor en Chiloé, y muy alta en Magallanes. Según estos autores, una "cholga" de 4 años mide en Antofagasta 64 mm.; en Chiloé, 108 mm. y en Magallanes, 122,4 mm.; pero esta conclusión está muy influida por la decisión de que en Magallanes las "cholgas" forman 4 anillos por año. Se insiste en el hecho que Solís y Lozada (1971) basaron su estudio de *Aulacomya ater*

de Magallanes en muestras provenientes de pescas comerciales, sin duda de muchos bancos distintos y, por lo tanto, la comparación con otros puntos es de validez limitada.

Sobre la base de la discusión anterior, parece necesario que se replantee el problema del crecimiento de *Aulacomya* en bancos naturales a lo largo de la costa chilena. Mientras no se demuestre la relación real entre edad y talla, todas las comparaciones entre poblaciones no pasarán más allá de especulaciones.

5. RELACIONES BIOMETRICAS

La Tabla 4 muestra las relaciones entre la talla (longitud máxima) y algunos parámetros (i.e.

ancho, espesor y peso de las valvas) de Antofagasta, Chiloé y Magallanes. En general, todos

Tabla 4
Relaciones biométricas de *Aulacomya ater* en Antofagasta, Chiloé y Magallanes, según distintos autores

x	y	Antofagasta Tomicic (1966)	Chiloé Lozada (1968) *Solís y Lozada (1971)	Magallanes Solís y Lozada (1971)
Relación talla-ancho		$y = -0,149 + 0,543 x$	$y = 8,3 + 0,4 x$	$y = 5,06 + 0,42 x$ ($r = 0,99$)
Relación talla-espesor		—	$y = 0,3 + 0,3 x$	$y = 0,41 + 0,3 x$ ($r = 0,99$)
Relación talla-% agua		—	—	$y = 87,42 - 1,22x + 0,043 x^2$
Relación talla-peso seco		—	$y = -1,9 + 0,05 x$ $\text{Log } y = 0,227 + 0,012 \log x^*$	$y = -4,41 + 0,09 x$ ($r = 0,98$)
Relación talla-peso húmedo		$y = 1,088 + 0,0166 x$ ($r = 0,46?$)	—	$\log x = -0,037 + 0,014 \log x$ $\log y = -3,622 + 2,460 \log x$ ($r = 0,59$)
Relación talla-peso valvas		—	—	♂ $\log y = -0,044 + 0,014 \log x$ ♀ $\log y = -0,239 + 0,017 \log x$
Nº de Animales Medidos		860	960	1.520

los parámetros se incrementan a medida que los animales crecen en tamaño; la única excepción es el porcentaje de agua en el organismo, el que disminuye con el incremento de tamaño hasta aproximadamente 14,19 mm. para luego aumentar.

El análisis de la relación entre la talla y el ancho muestra que para una misma talla los ejemplares de Antofagasta son más anchos que los de Chiloé y Magallanes, en tallas superiores a 59,08 y 42,35 mm. respectivamente. Según Solís y Lozada (1971), el espesor de la concha es igual para individuos de igual talla en Magallanes y Chiloé; no existe este dato para "cholgas" de Antofagasta.

Seed (1968) encontró en *Mytilus edulis* grandes diferencias en la forma de la concha de especímenes que habitaban en lugares distintos; así, las relaciones entre la talla y cualquier otro parámetro de la concha se ven influidas por la densidad poblacional y la presión de predación sobre el banco, entre otros. Cuando la densidad es alta, las formas de concha resultantes tienden a ser elongadas y de poca anchura y espesor en relación a ejemplares de poblaciones con baja densidad, donde resultan "choritos" de concha muy ancha y de gran espesor. En lugares con baja presión de predación (con altas expectativas de vida) existe, según este autor, gran abundancia de ejemplares de forma arriñonada. Los juveniles de *Mytilus edulis* de todos los lugares estudiados por Seed (1968) mostraron formas y relaciones similares entre los distintos parámetros de la concha.

Si el crecimiento de *Aulacomya ater* se realiza en forma similar a como ocurre en *Mytilus edulis*, es posible esperar que la forma de la concha y las ecuaciones de la Tabla 4 que se refieren a ella, sean modificadas por causas similares a las señaladas por Seed (1968).

Datos de peso seco de las partes blandas de *Aulacomya ater* existen sólo para Chiloé y Magallanes. Al aumentar la talla, el peso seco de las "cholgas" de Chiloé se incrementa más lentamente que en las de Magallanes. En tallas menores que 62,75 mm., el peso de las "cholgas" de Magallanes es inferior a las de Chiloé; pero por sobre esta talla, la relación se invierte. Según Solís y Lozada (1971), los machos de *Aulacomya ater* en Magallanes tienen peso ligeramente superior al de las hembras.

Para una talla dada, el peso seco de las partes comestibles no se mantiene constante durante todo el año; las variaciones en el peso seco son especialmente acentuadas en las tallas reproductoras (sobre 65 mm.). El peso máximo se alcanza cuando los ejemplares están maduros y próximos a eliminar gametos.

En Chiloé, Lozada (1968) encontró para todas las tallas una leve disminución del peso en junio; éste aumenta paulatinamente hasta octubre. En noviembre, ocurre un brusco descenso del peso. En "cholgas" de 105 a 110 mm. de longitud, el peso sigue bajando hasta diciembre. Para todas las tallas ocurre una recuperación del peso en enero y una nueva caída en febrero. Lamentablemente, no se tienen datos de marzo y mayo; de abril se tienen sólo para

tallas mayores de 90 mm.; para éstas, el peso seco de abril es comparable al de enero. En esta localidad, el mayor peso seco observado corresponde, para casi todas las tallas reproductoras, al mes de octubre, mes en el que se observa el mayor porcentaje de ejemplares (84%).

Solís y Lozada (1971) se refieren a las variaciones anuales del peso seco en "cholgás" de Magallanes; para ejemplares de 60 mm. de longitud, las variaciones son leves; el peso baja desde abril hasta julio, sube en agosto, para bajar en el mes siguiente e iniciar una lenta recuperación hasta abril, con un leve descenso en enero. En tallas mayores, el peso es bajo en julio y meses de otoño e invierno; existe una recuperación en septiembre-octubre (también observada en Chiloé). En noviembre hay un brusco descenso y una recuperación posterior con descenso del peso en febrero y un rápido incremento en marzo y abril. Generalizando, en Magallanes *Aulacomya ater* alcanza su mayor peso en 2 épocas del año: marzo-abril y julio-septiembre. El peso seco en las hembras es ligeramente superior al de los machos (con el peso húmedo ocurre a la inversa). Las variaciones de peso son más acentuadas en las hembras.

Por cálculos del factor de condición (Baird, 1958), se sabe que en Antofagasta *Aulacomya ater* alcanza sus mejores índices en julio, existe un leve descenso en noviembre, seguido de un ascenso en diciembre y enero. El índice de condición más bajo corresponde al mes de abril (Tommicic, 1966).

En general, los descensos en el peso seco que ocurren a finales de primavera y verano pueden ser atribuidos al desove; pero los que ocurren en otoño e invierno son probablemente debidos a disminución de la cantidad de plancton disponible para alimentación de los ejemplares (López Capont, 1974a).

No sólo las partes blandas sufren variaciones estacionales en el peso durante el año; también

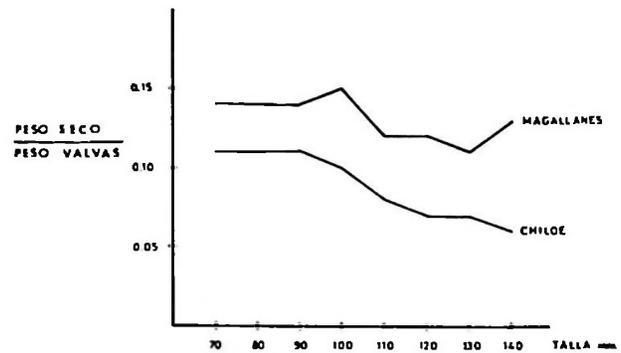


Fig. 6. Relación peso seco: peso de las valvas en *Aulacomya ater* de tallas comerciales de Magallanes y Chiloé (según datos de Solís y Lozada, 1971).

ocurre con las valvas de *Aulacomya ater*. Tommicic (1966) demostró que en Mejillones la densidad de las valvas baja en abril y mayo, manteniéndose relativamente constante el resto del año.

Para Magallanes, Solís y Lozada (1971) demuestran que, en general, el peso de las valvas se incrementa durante el invierno y primavera, alcanzando un máximo en octubre, seguido de un rápido descenso en los meses de verano. En las tallas inferiores a la comercial, el peso de las valvas es máximo en julio.

Con respecto al incremento del peso de las valvas en relación con el aumento de talla, Solís y Lozada (1971) encontraron que éste es de tipo potencial y ligeramente superior en las hembras.

La Figura 6 muestra la relación entre el peso seco de las partes blandas y el peso de las valvas en tallas comerciales de Chiloé y Magallanes. Las "cholgás" de este último lugar tienen un índice de partes comestibles, respecto a peso de las valvas, más alto que las de Chiloé; por otra parte, en Chiloé las "cholgás" mayores de 90 mm. de longitud presentan, proporcionalmente, menos peso seco que las "cholgás" de menor tamaño. En Magallanes, el mayor índice de partes comestibles con respecto a la concha se logra a los 100 mm. de longitud (Figura 6).

6. PROBLEMATICA DEL CULTIVO DE LA ESPECIE

Los trabajos efectuados en Chile, en relación con el cultivo de *Aulacomya ater* han entregado importante información utilizable durante los últimos años. No obstante, la preocupación por la sobreexplotación de las especies de mitilidos y su eventual cultivo ya fue planteada por Stuardo (1959); posteriormente, este mismo

autor (1965) entrega datos biológicos y ecológicos sobre estudios de miticultura realizados hasta septiembre de 1961. Hancock (1969) recopila la información sobre cultivos hasta esa fecha y da una serie de recomendaciones a utilizar en el futuro. Posteriormente se han referido al cultivo de esta especie Lozada et al. (1974);

González et al. (1974); López Capont (1974); Santa Cruz (1976); y Ulloa (in lit.). Estos autores han hecho mención, entre otros, a los tipos de colectores más adecuados, velocidades de crecimiento en las balsas, aspectos tecnológicos y económicos, tipos de balsas más convenientes, encordado, epibiontes, etc. Trataremos de resumir sus puntos de vista a continuación.

6.1. BALSAS, CUERDAS Y ENCORDADO

En Chile, las balsas construidas están formadas por un marco envigado con una superficie de 256 m² (16 × 16 m.) que se apoya sobre 4 flotadores metálicos o de madera, revestidos de cemento. Aspectos relacionados con su construcción y costos han sido tratados por Tagle y Santa Cruz (1968) y Santa Cruz (1976).

Las balsas de este tipo pueden soportar entre 50 y 60 toneladas de carga. De los travesaños de la balsa pueden colgar 600 a 1.000 cuerdas o "cuelgas" distanciadas una de otra aproximadamente por 50 cm. Es recomendable que las cuerdas suspendidas a lo largo de un travesaño, se coloquen alternadamente con las cuerdas de los travesaños adyacentes; así se logra una mejor utilización del plancton (Santa Cruz, 1976).

Básicamente existen dos tipos de encordado: "español" y "francés"; en Chile se ha utilizado preferentemente el primero, aunque según López Capont (1974b), cálculos preliminares de IFOP (1969, 1974) y de Mery (1974) indicarían que el método de encordado "español" es inicialmente 1,5 veces más caro que el sistema "francés"; pero en este último sistema surgen posteriormente otros costos e inconvenientes que reducen la diferencia inicial.

Las cuerdas que se utilizan miden entre 7 y 8 m. de longitud y en el sistema "español" cada 25 a 30 cm. se les atraviesa un palillo de madera o plástico para evitar el deslizamiento de la semilla encordada. Para el encordado es recomendable seguir las instrucciones de IFOP (1969, Circular 51).

Existen buenas evidencias que la semilla de menor tamaño (inferior a 10 mm. de longitud) se fija con mayor rapidez y firmeza a las cuerdas de cultivo; los ejemplares más pequeños forman filamentos del biso más resistentes (IFOP, 1969, Circular 51; Hancock, 1969). La selección de la semilla es, pues, fundamentalmente importante para el buen éxito del encordado.

Según la información con que contamos, la

cantidad de semilla de *Aulacomya ater* colocada en cada cuerda es variable; en Mejillones se utilizaron inicialmente dos tipos de semilla, una de 22 mm. de longitud promedio, que al ser encordada pesaba 11 Kg. por cuerda; otras cuerdas confeccionadas con semilla de 32 mm. pesaron al momento del encordado 20 Kg. por cuerda (Hancock, 1969). Santa Cruz (1976) se refiere a esta experiencia en Mejillones, pero afirma que la semilla encordada era, en promedio, de sólo 3,1 Kg. por cuerda.

López Capont (1974b) informa que en la Estación de Cultivos de Pesquera Guanaye (Antofagasta) las cuerdas pesaban, en promedio, 6,12 Kg. (esto calculado a partir del peso de 375 cuerdas con semilla entre 11 y 25 mm. de longitud). En Isletilla (Chiloé) se encordó semilla de 10-20 mm. de longitud, utilizando 12 Kg. por cuerda (Lozada et al., 1974). IFOP (1969, Circular 51) recomienda que para semilla de talla inferior a 10 mm. se coloquen 800 a 900 ejemplares por cada segmento de cuerda (25 a 30 cm.).

6.2. DESDOBLE

Una vez que la semilla ha crecido, es necesario efectuar el desdoble, el cual consiste en el reencordamiento de la semilla desde la cuerda original a otras para reducir la excesiva densidad de ejemplares, la que potencialmente podría interferir en el crecimiento. IFOP (1969, Circular 51) señala que el desdoble debería efectuarse cuando la "cholga" tenga una talla de 25-30 mm.; eso dependerá de la semilla inicial utilizada. Según esta Circular, si se comienza con semilla menor de 4 mm. de longitud, la talla apta para el desdoble se alcanzaría a los 10-12 meses después del encordado (esto es válido para Antofagasta donde el crecimiento parece ser lento).

López Capont (1974 b) dice que las cuerdas en la Estación de Cultivos de Pesquera Guanaye fueron desdobladas al 4° mes, produciendo por cada cuerda inicial 3 cuerdas definitivas de casi 6 Kg. de peso cada una. Santa Cruz (1976) menciona que cuerdas experimentales encordadas en Mejillones con 3,1 Kg. de semilla de 17 mm. fueron desdobladas al 5° mes, cuando cada cuerda había alcanzado un peso promedio de 7,2 Kg. y la talla media era de 32 mm.

Un problema que se vislumbra es si es necesario efectuar un desdoble cuando se empieza con semilla de 20-30 mm. de longitud, y si es necesario un segundo desdoble al aumentar la talla. Es indudable que los desdobles encarecen el costo

de los cultivos; así, éstos debieran reducirse a los absolutamente necesarios; pero, por otra parte, éstos reducen la aglomeración en las cuerdas y aseguran mayor crecimiento de los ejemplares.

6.3. CAPTACIÓN DE LARVAS

El adecuado aprovisionamiento de semilla es un problema crítico para la mitilicultura chilena, sin cuya solución difícilmente se superará la fase preindustrial.

Se ha experimentado con distintos tipos de colectores para la captación de larvas, dando buenos resultados en Chiloé la utilización de ramas de "coigüe" (*Nothofagus sp.*).

En Mejillones se experimentaron dos tipos de colectores de fondo (colchoneta y long-line) provistos con manojos de nylon monofilamento; pero la captación larval fue insignificante (Santa Cruz, 1976). Se lograron, en cambio, buenos resultados utilizando como colectores cuerdas trenzadas de red anchovetera dada de baja por la industria pesquera local. Estas cuerdas colectoras se colgaron en la balsa entre las cuerdas de cultivo.

En Chiloé, Lozada et al. (1974) encontraron que se logra una muy buena fijación larval en un colector esférico de 0,6 m. de diámetro, formado por una armazón de alambre en cuyo interior se colocan 1.600 gr. de hilo de polietileno. Este colector es forrado con una malla de polietileno de 1 mm. de abertura, y está provisto de un cabo de nylon para ser colgado de la balsa. De este colector, la semilla debe ser sacada rápidamente porque dada la limitación de espacio, el crecimiento se ve impedido y la mortalidad es alta.

Las investigaciones que se han llevado a cabo para determinar los lugares más apropiados para ubicar los colectores no permiten obtener conclusiones definitivas. En el sur de Chile (IFOP, 1961, Circular 51) se ha observado que la captación se produce en sectores de contra corriente, en las orillas de esteros, en las cercanías de los bancos naturales y en gran número de oportunidades cerca de fuentes de agua dulce. En Mejillones se ha observado que, en las cuerdas de cultivo, la máxima captación larval ocurre a 8,5 m. de profundidad (Santa Cruz, 1976).

De lo anterior se deduce la necesidad de que se continúe con este tipo de estudios a fin de encontrar los lugares óptimos de colocación de colectores.

La fecha de colocación de colectores es de fundamental importancia para obtener suficiente semilla. Hasta ahora se tiende a colocar los colectores en la época en que inicia el desove masivo (octubre-diciembre). Para averiguar la fecha del desove, se puede recurrir al factor de condición (Santa Cruz, 1976; IFOP, 1969), o a la observación macroscópica de los ejemplares aplicando Escalas de Madurez (Lozada, 1968; Solís y Lozada, 1971). En Mejillones se colocaron cuerdas colectoras en diciembre de 1970, obteniéndose semilla de hasta 4 mm. de longitud en julio de 1971 (Santa Cruz, 1976).

Como se desconoce la duración de la etapa larvaria de vida libre de la especie, es difícil conocer cuál es la fecha más adecuada para colocar colectores. Estos deberían colocarse teóricamente en el momento preciso en que un alto número de larvas están listas para la fijación; así se evitaría

Tabla 5

Comparación de crecimiento de *Aulacomya ater* en cultivo y en bancos naturales en Mejillones (tomado de Santa Cruz, 1976).

	Banco Cipa		Pta. Angamos	
	Banco Natural*	Balsa Cuerdas	Banco Natural	Balsa Cuerdas
Moda inicial (mm)				
Noviembre 1967	22	22	32	32
Moda final (mm.)				
Septiembre 1969	62	72	57	77
Incremento (mm.)	40	50	25	45
Factor de Condición (%)				
Septiembre 1969	47,7	60,1	41,0	67,7

(*Banco originado a partir de larvas provenientes de la estación de cultivo)

que larvas de otras especies ocupen primero los colectores.

Es de fundamental importancia que se realicen estudios tendientes a identificar las larvas en el plancton, determinando la duración de su vida planctónica. Por el momento, en los centros de cultivo debiera controlarse en qué época ocurre la mayor fijación larvaria en cuerdas colectoras colocadas en distintos periodos del año.

6.4. VELOCIDAD DE CRECIMIENTO EN CUERDAS DE CULTIVO

A semejanza de otras especies de mitílicos, *Aulacomya ater* muestra mayor velocidad de crecimiento y mejores rendimientos en cultivos

suspendidos que en bancos naturales (Santa Cruz, 1976; Lozada et al., 1974). En Antofagasta, partiendo con una semilla de 22 mm. de longitud se obtuvo la talla mínima comercial en poco menos de dos años (Tabla 5). En Isletilla (estero de Castro, Chiloé) se ha observado que la talla comercial es alcanzada en 2 años de cultivo. López Capont (1974b) afirma que esta especie alcanza el tamaño comercial en balsas en 1,7 años, mientras que en los bancos naturales se alcanzaría en 5 años.

Las "cholgas" cultivadas tienen, además, un mejor rendimiento en carne que las de bancos naturales (16,5% contra 11,2%) (Santa Cruz, 1976; López Capont, 1974b). Por otra parte, en

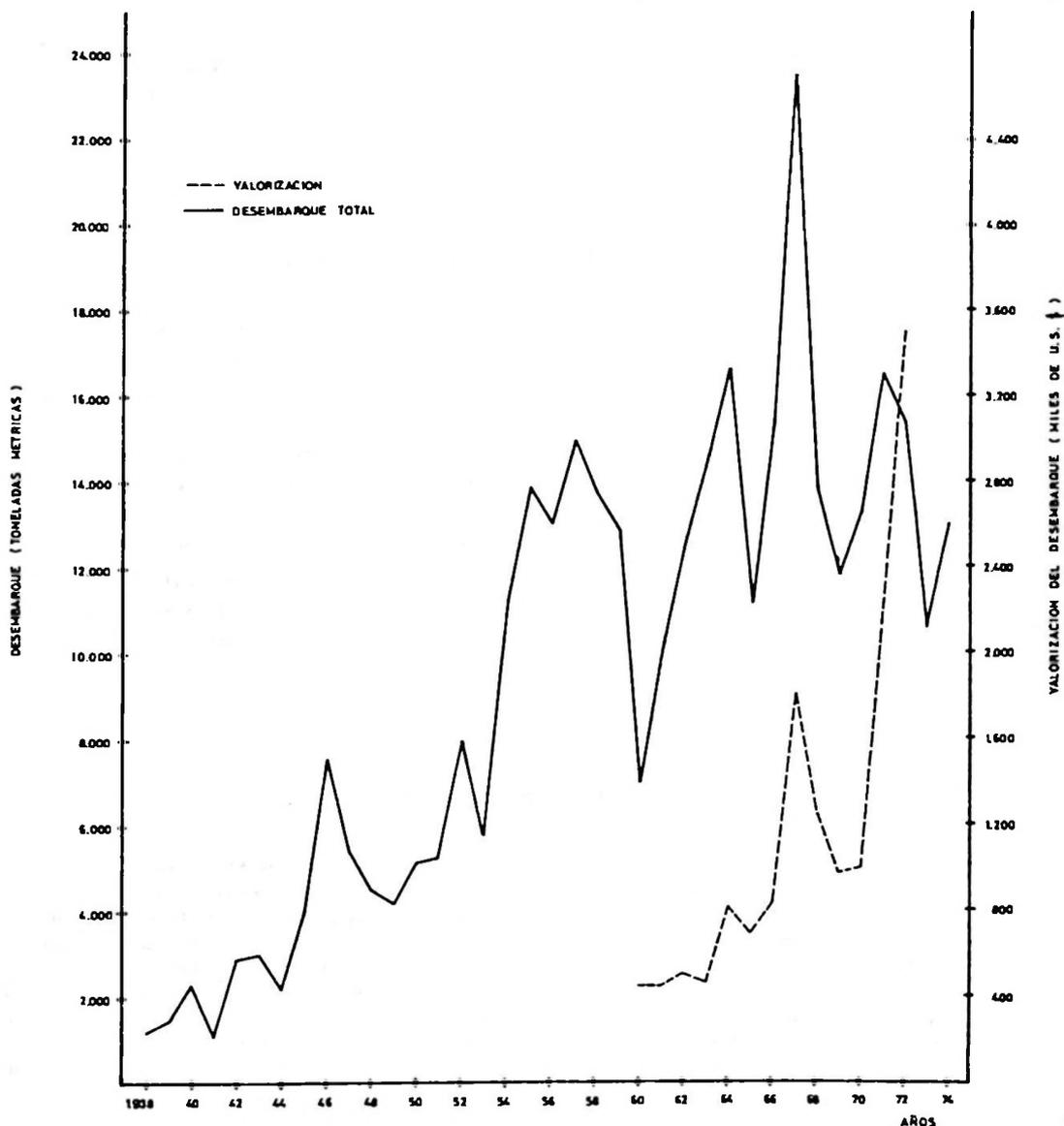


Fig. 7. Desembarque de cholgas desde 1938 a 1970, incluyendo valorización en miles de dólares desde 1960 (Datos de Hancock, 1968; Castilla y Becerra, 1976; SAG, 1975).

la elaboración de conservas se necesita menor tiempo de esterilización y cocción para las "cholgas" provenientes de balsas que para las de bancos naturales, y el producto elaborado a partir de la primera tiene excelente presentación, además de otras ventajas (Santa Cruz, 1976).

Análisis bromatológicos de "cholgas" de balsas indican que éstas tienen entre 55,8% y 73,0% de proteínas (respecto a peso seco) y alrededor de un 3% de grasa (porcentaje del peso húmedo) (Santa Cruz, 1976). Esto hace a *Aulacomya ater* un molusco de alto valor nutritivo.

6.5. EPIBIONTES

Es conocido que el sistema de cultivos suspendidos presenta ventajas, pero en Chile se deben aún enfrentar serios problemas, como son el de los epibiontes y la competencia por el sustrato en los colectores. Diferentes autores (Stuardo, 1965; Lozada et al., 1974; Santa Cruz, 1976; Ulloa,

in lit.) han hecho referencia al problema, y algunos de ellos (i.e. Ulloa, in lit.) entregan recomendaciones que, a juicio de su experiencia, serían las más adecuadas; sin embargo, aún no se encuentra la solución a este problema.

En Chile, el epibionte que más problemas ocasiona a los cultivos es el picoroco *Balanus psittacus*, el que al crecer aumenta el peso de la cuerda, disminuyendo el peso efectivo utilizable de la balsa. Para citar un ejemplo, en Mejillones se cosecharon 18 cuerdas de cultivo en noviembre de 1969; de ellas se obtuvieron, en total, 285,6 kg. de "cholgas" comerciales, 176 kg. de semilla y 470,5 kg. de epibiontes (incluida la cuerda) (Santa Cruz, 1976).

Es necesario que se inicien estudios tendientes a determinar época de desove de los epibiontes más frecuentes en los cultivos, y fecha en que ocurre la fijación de sus larvas; conociendo las variables que controlan la fijación, es posible que se logre la solución al problema.

7. IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA ESPECIE

Desde el inicio de las estadísticas de pesca en Chile (1938) la "cholga" ha constituido un recurso de explotación constante. Los desembarques de las pesquerías de esta especie han tenido decrementos e incrementos a lo largo de los años (Figura 7); la valorización ha aumentado paulatinamente desde 1960, siendo muy notorio el aumento desde 1970, de tal manera que, en 1972, las 13.305 toneladas desembarcadas fueron valoradas en US\$ 3.494.000. Castilla y Becerra (1976) destacan que, con respecto a otros productos de las pesquerías, los moluscos tienen una mejor valorización.

En el país existen 4 centros importantes de cultivo de *Aulacomya ater*: 2 de tipo experimental (Mejillones e Isletilla, ambos de propiedad de IFOP y con un nivel de cultivo de 50 toneladas cada uno). Los otros dos son de tipo comercial y están ubicados en Mejillones (Pesquera Guanaye, con 300 toneladas, y Pesquera Friomar, con 60 toneladas) (González et al., 1974). Sin embargo, en otras zonas existen organismos o instituciones, además de particulares, que se preocupan de ensayar con esta especie con miras a una explotación comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BAIRD, R.H., 1958*. Measurement of the condition in mussels and oyster. Jour. du Cons. Inter. Explor. de la mer, 23 (2): 249-257.
- BAYNE, B.L., 1964. Primary and secondary settlement in *Mytilus edulis* L. (Mollusca). J. Anim. Ecol. 33 (3): 513-523.
- CASTILLA, J.C. y R. BECERRA, 1976. The shellfisheries of Chile: An analysis of the statistics 1960-1973. Proc. Symp. on Upwelling (U. del Norte - Fundación Chile). Sept., 1975: 61-90. Editorial Universitaria, Santiago.
- BERTALANFFY, L. Von, 1938*. A quantitative theory of organic growth. Hum. Biol. 10 (2): 181-213.
- CAPURRO, S.C., 1974. Exploración y prospección de mitilidos en la Provincia de Magallanes, Zona Puerto Natales y Canales Adyacentes (marzo-septiembre 1973). Tesis para optar al Título de Ingeniero de Ejecución en Pesquerías. Universidad Católica de Valparaíso. Escuela de Pesquerías y Alimentos; 74 pp.
- CHANLEY, P., 1969. Larval development of the hooked mussel *Brachiodontes recurvus* Rafinesque (Bivalvia, Mytilidae). Including a literature Review of Larval Characteristics of the Mytilidae. Proc. natn. Shellfish. Ass. 60: 86-94.
- FORD, E., 1933. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during years from 1924-1933. J. mar. biol. Ass. U.K. 19: 305-384.

- GONZÁLEZ, L.E.; J.M. HERNÁNDEZ y S. SANTA CRUZ, 1974. Algunos aspectos de la tecnología de los cultivos marinos en Chile. Simposio FAO/Carpas sobre Acuicultura en América Latina. Carpas 6/74/SR 30; 13 pp.
- HANCOCK, D.A., 1969. La pesquería de Marisco en Chile. Publ. Inst. Fom. Pesq. Santiago 45: 1-94.
- IFOP, 1969, Circular 45. Prospección de mitilidos y ostras entre la Isla Guaiteca y la Isla Traiguén (octubre-noviembre 1968). Departamento de Recursos Naturales. Santiago, Chile; 13 pp. + figuras.
- IFOP, 1969, Circular 51. Métodos y recomendaciones para el encordamiento de quilmahues y cholgas. Departamento de Recursos Naturales. Santiago, Chile; 11 pp. + figuras.
- LIZARRAGA, M., 1974. Técnicas aplicadas en el cultivo de moluscos en América Latina. Simposio FAO/Carpas sobre Acuicultura en América Latina, Carpas 6/74/SR 8; 8 pp.
- LÓPEZ CAPONT, F., 1974a. Mitilidos en Chile: I. Problemática de las especies. Industrias pesq., Vigo, Año 48 (1139): 4-6.
- LÓPEZ CAPONT, F., 1974b. Mitilidos en Chile: III. Aspectos económicos del cultivo y la conserva. Industrias pesq., Vigo, Año 48 (1140): 4-6.
- LOZADA, E., 1968. Contribución al estudio de la cholga *Aulacomya ater* en Putemún. Biol. Pesq. Chile 3: 3-39.
- LOZADA, E.; J.M. HERNÁNDEZ; O. ARACENA y M.T. LÓPEZ, 1974. Cultivo de la cholga (*Aulacomya ater*) en Isletilla, Estero de Castro (Moll. Bivalvia, Mytilidae). Bol. Soc. Biol. de Concepción, 48: 331-346.
- MERY, J.E., 1974*. Aspectos económicos del desarrollo y posibilidades de los cultivos de moluscos en Chile. Simposio FAO/Carpas sobre Acuicultura en América Latina. Carpas 6/74/SR.
- MOLINA, J.I., 1782*. Saggio sulla storia naturale del Chili. Bologna.
- MORTON, J.E., 1967. *Molluscs*. Hutchinson University Library. London, 244 pp.
- OSORIO, C. y N. BAHAMONDE, 1968. Moluscos bivalvos en pesquerías chilenas. Biol. Pesq. Chile 3: 69-128.
- RAMORINO, L., 1974. Biología de moluscos cultivados en América Latina. Simposio FAO/Carpas sobre Acuicultura en América Latina. Carpas 6/74/SR; 10 pp.
- SÄELZER, H., 1968*. Observaciones sobre el ciclo de reproducción y crecimiento anual de *Aulacomya ater* Mol. en la zona de Concepción. Universidad de Concepción (mimeografiado).
- SÄELZER, H., 1969. Reconocimiento a los bancos de mitilidos en la zona de Castro (Chiloé). Bol. Soc. Biol. de Concepción 11: 135-154.
- SANTA CRUZ, S., 1976. Resultados de algunas experiencias en cultivo de cholgas (*Aulacomya ater*) en la Bahía de Mejillones. Instituto de Fomento Pesquero, Serie Informes Pesqueros. Santiago, Chile; 41 pp.
- SEED, R., 1968. Factors influencing shell shape in the mussel *Mytilus edulis*. J. mar. biol. Ass. U.K. 48: 561-584.
- SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO, 1975. Síntesis Estadística de Pesca 1974. División de Protección Pesquera, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.
- SIEGEL, S., 1956. Nonparametric Statistics For the Behavioral Sciences. Mc Graw-Hill Book Company, New York, Toronto, London; 312 pp.
- SOLÍS, I. y E. LOZADA, 1971. Algunos aspectos biológicos de la cholga de Magallanes (*Aulacomya ater* Mol.), Biol. Pesq. Chile 5: 113-141.
- SOOT-RYEN, T., 1955. A report on the family Mytilidae (Pelecypoda). Allan Hancock. Pacific Expeditions 29: (1). 1-174.
- SOOT-RYEN, T., 1959. Pelecypoda. Lund. Univ. Arsskrift N.F. Avd 2 Bd 55 Nr 6: 1-86.
- SOOT-RYEN, T., 1969. Superfamily Mytilacea. En: Mollusca 6: Bivalvia in R. c. Moore, ed., Treatise on invertebrate Paleontology. Part N 37: 270-281. Geol. Soc. Amer. Univ. Kansas.
- STUARDO, J., 1965. Los mitilidos chilenos de importancia económica y su explotación. Boletín Informativo del Departamento de Pesca y Caza; Min. Agricultura, Santiago, N° 76.
- STUARDO, J., 1965. Informe de los estudios sobre mitilicultura realizados hasta Septiembre de 1961. Investigaciones Científicas, Departamento de Pesca y Caza, Min. Agricultura, Santiago, 2ª Edición; 21 pp. + figuras.
- TAGLE, A. y S. SANTA CRUZ, 1968. Experiencias en Chile en balsas para cultivo artificial de mitilidos. Memoria de Prueba para optar al Título de Técnico Pesquero. Universidad Católica de Valparaíso; 51 pp. + figuras.
- TOMICIC, J., 1966. Contribución al estudio de la cholga *Aulacomya ater* (Molina), en la Bahía de Mejillones. Memoria de Prueba. Universidad de Chile. Antofagasta; 19 pp. + figuras.
- TOMICIC, J., 1968. La cholga de los bancos de Mejillones. Apuntes Oceanológicos 4: 14-15.
- ULLOA, A., in lit. Proyecto estación experimental de cultivo industrial de Mitilidos en la provincia de Coquimbo. Resultados Preliminares, Periodo septiembre 1975-marzo 1976.
- WALFORD, L., 1946. New graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull. 99 (2): 141-147.

*No consultados.

