

Morfología de la concha larval y postlarval del ostión *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) (Bivalvia, Pectinidae) en Chile.

Morphology of larval and postlarval valves of the scallop *Argopecten purpuratus*
(Lamarck, 1819) (Bivalvia, Pectinidae) in Chile.

GILDA BELLOLIO¹, PEDRO TOLEDO¹ y BERNARDITA CAMPOS².

¹Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte,
Casilla 117, Coquimbo, Chile. Fax: (56 51) 31 1287
²Instituto de Oceanología, Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso, Casilla 13-D, Viña del Mar

RESUMEN

Se describe la morfología de la concha larval y postlarval del Ostión del Norte *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) desde el estado de larva D hasta la metamorfosis mediante microscopía electrónica de barrido. La veliger D temprana a los 4 días post-fecundación, a $18 \pm 1^\circ\text{C}$ tiene una longitud promedio de $97,5 \mu\text{m}$ (d.e.= 3,5), una altura promedio de $77,5 \mu\text{m}$ (d.e.= 4,9) y presenta 2 a 3 dientes a cada lado del provínculo. La larva pedivelígera avanzada obtenida a los 22 días post fecundación tiene una longitud promedio de $222,2 \mu\text{m}$ (d.e.= 7,5) y una altura promedio de $198,0 \mu\text{m}$ (d.e.= 9,0). Se observó 5 dientes a cada lado del provínculo en la larva pedivelígera avanzada, ocasionalmente se ven 4 dientes. No se observó ligamento antes de la metamorfosis. La duración total del desarrollo larval es de aproximadamente 22 días. La morfología de la concha larval y postlarval sigue el patrón general descrito para otros pectínidos. Se discute la diferencia de otros pectínidos con respecto a la ornamentación de la prodisoconcha I y a la estructura provincular, especialmente el número de dientes.

Palabras claves: morfología, desarrollo larval, valvas, pectínidos, *Argopecten*

ABSTRACT

Morphology of larval and postlarval valves of the scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) is described from D stage to metamorphosis using scanning electron microscopy. The early D stage veliger at 4 days post fertilization ($18 \pm 1^\circ\text{C}$) has an average length of $97,5 \mu\text{m}$ (s.d.= 3,5), an average height of $77,5 \mu\text{m}$ (s.d.= 4,9), and presents 2 to 3 teeth at each side of the provinculum. The late pediveliger larvae obtained at 22 days post fertilization has a mean length of $222,2 \mu\text{m}$ (s.d.= 7,5) and an average height of $198,0 \mu\text{m}$ (s.d.= 9,0). The total number of teeth of a ready to metamorphose larva is 5 in each side of the provinculum, occasionally, 4 teeth were observed. No ligament is observed before metamorphosis. The total larval development is about 22 days in duration. The morphology of the larval valves of *A. purpuratus* follows in general that described for other pectinids. Differences from that of other pectinids mainly in the ornamentation of prodissoconch I and the hinge morphology, especially the number of teeth, are discussed.

Key words: morphology, larval development, valves, pectinids, *Argopecten*

INTRODUCCION

La identificación específica de los estadios larvales y postlarvales de bivalvos es fundamental en acuicultura, en estudios de ecología y biología larval y en el manejo y/o protección de una especie (Tremblay *et al.* 1987). Esta identificación se basa principalmente en características de la concha (Le Pennec 1980, Lutz *et al.* 1982, Ramorino & Campos 1983, Campos &

Ramorino 1990) debido a que las partes blandas pierden su organización normal durante la preservación con sustancias fijadoras. Por su parte, para el exámen morfológico se ha incorporado el uso de microscopía electrónica de barrido debido a su gran poder de resolución para definir detalles (Turner & Boyle 1974, Fuller & Lutz 1989, Fuller *et al.* 1990, Lutz *et al. op.cit.*, Goodsell *et al.* 1992).

El conocimiento de la morfología de la concha de larvas cultivadas en ambiente

controlado permite, por una parte, detectar anomalías anatómicas que pueden ocurrir durante el proceso de cultivo artificial (Carriker & Palmer 1979) y, por otra, utilizar la concha como un indicador del crecimiento y viabilidad larval, haciendo de la morfología de la concha larval una valiosa herramienta para evaluar un cultivo (Salaun *et al.* 1991).

La dificultad para identificar los estadios larvales planctónicos de bivalvos obtenidos del medio natural se debe, en gran parte, a la similitud de las formas en estadios comparables de desarrollo, especialmente en las larvas de provínculo recto o larvas "D" (Chanley & Andrews 1971). El desarrollo de la maricultura de bivalvos a partir de progenitores previamente identificados ha permitido estudiar la ontogenia de las especies y disponer, en consecuencia, de larvas de identidad conocida como material comparativo para la identificación de larvas provenientes del medio natural.

Aunque hay numerosas descripciones de larvas y postlarvas de pectínidos de otras áreas geográficas (Cragg & Crisp 1991), los estudios de desarrollo embrionario y larval en pectínidos de la costa chilena son escasos (Padilla 1979, Sanhueza & Matamala 1986, Bellolio *et al.*, 1988, 1990¹, 1993) y ninguno de ellos, excepto Bellolio *et al.*, 1993, incluye la descripción de la concha larval y postlarval de la especie. En este trabajo se describe, por medio de microscopía electrónica de barrido, la morfología de la concha larval y postlarval del Ostión del Norte *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) cultivado en el laboratorio.

MATERIALES Y METODOS

Las larvas fueron obtenidas de cultivos masivos realizados en el laboratorio de ambiente controlado de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte, Coquimbo, de acuerdo a las técnicas descritas por DiSalvo *et al.* (1984). Se utilizaron 3 cohortes de larvas cultivadas a $18 \pm 1^\circ\text{C}$. Se tomaron muestras (ca. 1,000 larvas/muestra) cada 2 días, durante los 32 días de cultivo. Las larvas fueron

sumergidas en una solución de hipoclorito de sodio al 7% hasta obtener la desintegración total del tejido blando. Luego fueron lavadas con agua destilada, montadas sobre un soporte con cubierta adhesiva, metalizadas con oro según técnicas estandarizadas (Turner & Boyle 1974) y observadas con un microscopio electrónico de barrido JEOL JSM-T300. Se utilizó película TMax-100 de Kodak para la fotografía. Se midió, a microscopía óptica con ayuda de una reglilla micrométrica, la longitud máxima (distancia antero-posterior paralela al provínculo), la longitud provincial (distancia entre los dientes externos), y la altura máxima (distancia dorso-ventral desde el provínculo o desde el umbo hasta el margen ventral de la concha) de 30 larvas de cada muestra y se calculó su desviación estandar. Se consideró como morfometría característica de cada edad aquella presente en el 50% o más de los individuos. El área punteada central de la disoconcha I se midió en 15 valvas a partir de micrografías obtenidas en el microscopio electrónico de barrido. La terminología usada para la descripción de la concha es la adoptada por Chanley & Andrews (1971).

RESULTADOS

La larva "D", posee una concha de forma semicircular (Fig. 1a,b); a los 4 días de edad post-fecundación (la edad de las larvas parte como tiempo "0", desde el momento de la fecundación de los ovocitos), a $18 \pm 1^\circ\text{C}$, su longitud máxima promedio es de $97,5 \mu\text{m}$ (desviación estándar, d.e.= 3,5) y su altura máxima es de $77,5 \mu\text{m}$ (d.e.= 4,9). La ornamentación externa es de tipo punteado-estrellado y ocupa toda la superficie de la prodisoconcha I (Fig. 1a,). El área punteada central es circular, mide $24 \mu\text{m}$ de diámetro ($n=15$) y proyecta rayos hacia los bordes de las valvas. El provínculo es recto y mide

¹ BELLOLIO G, K LOHRMANN & E DUPRÉ (1990) Desarrollo embrionario y larval del ostión del Norte *Argopectum purpuratus* I Simposio Nacional sobre Reproducción de Fauna Autóctona. Enero 1990, Temuco. 38 pp.

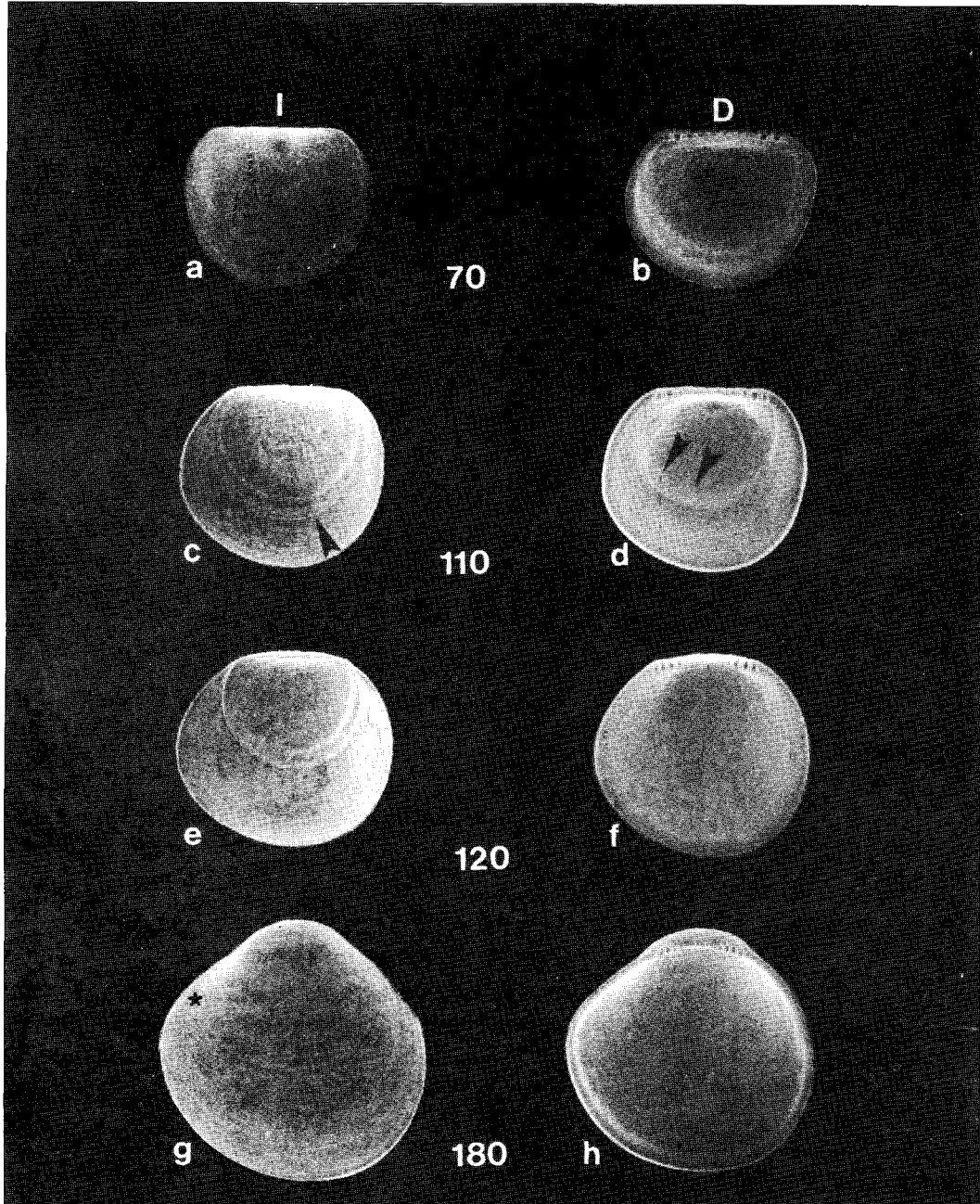


Fig. 1: *Argopecten purpuratus*. Fotomicrografía electrónica de barrido de valvas larvales. Los números indican la longitud de la valva en μm . El extremo anterior está a la izquierda de cada valva.

Vista externa de valva izquierda (I) a: 400X, c: 360X, e: 320X, g: 240X

Vista interna de valva derecha (D) b: 400X, d: 360X, f: 320X, h: 240X

Note en la Fig. 1c las líneas de crecimiento comarginales (flecha), en la Fig. 1d las cicatrices de inserción de los dos músculos aductores anteriores (flechas) y en la Fig. 1g el hombro anterior (asterisco).

Argopecten purpuratus. SEM micrography of larval valves. Numbers indicate the valve length in μm . The anterior region is located at the left side of each valve.

External view of left valve (I) a: 400X, c: 360X, e: 320X, g: 240X.

Internal view of right valve (D) b: 400X, d: 360X, f: 320X, h: 240X

Note in Fig. 1c the commarginal growth lines (arrow), in Fig. 1d the scars left by the insertion of the two anterior adductor muscles (arrows) and in Fig. 1g the anterior shoulder (asterisk).

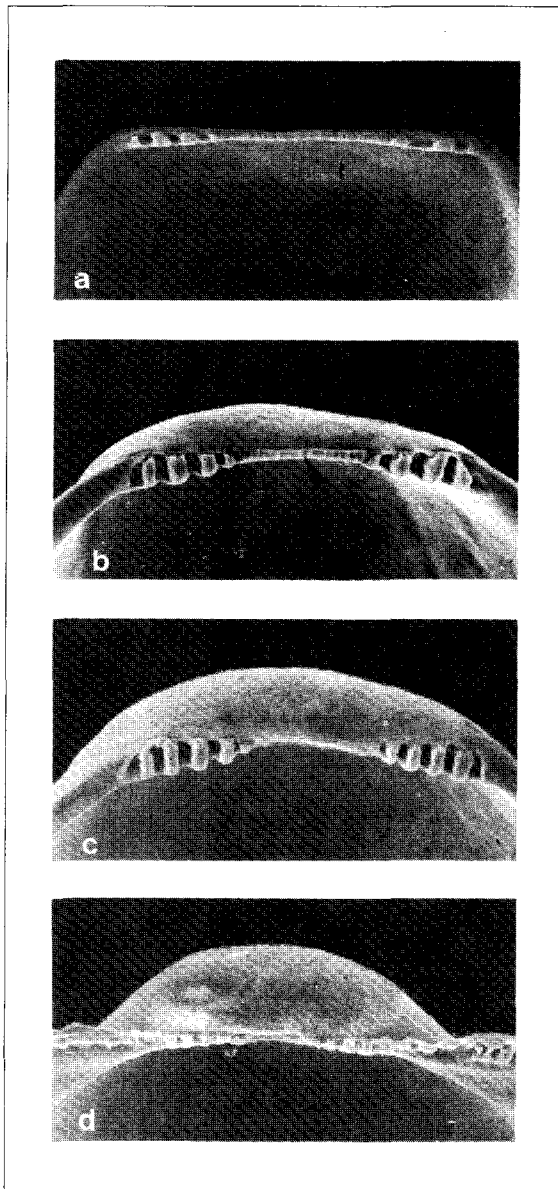


Fig.2: *Argopecten purpuratus*. Fotomicrografía electrónica de barrido de la estructura provincular.

a = valva derecha de larva de 95 µm de largo. 1250X

b = valva derecha de larva de 120 µm de largo. 1250X

c = valva derecha de larva de 190 µm de largo. 1000X

d = valva derecha de larva de 290 µm de largo. 700X

Note en Fig. 2b la región media del provínculo con suaves estriaciones (flecha).

Argopecten purpuratus. SEM micrography of provinculum.

a = right valve of 95 µm long valve. 1250X

b = right valve of 120 µm long valve. 1250X

c = right valve of 190 µm long valve. 1000X

d = right valve of 290 µm long valve. 700X

Note in Fig.2b the slightly striated cardinal region (arrow).

entre 53,0 y 56,0 µm de largo, posee 2 a 3 dientes simétricos, de 2,0 - 3,0 µm de longitud en cada extremo, que engarzan con hendiduras en la valva opuesta (Fig. 1b, 2a); la región cardinal, de 22,0 µm de longitud, presenta una suave estriación paralela a los dientes de los extremos (Fig.2a). Luego que la prodisoconcha I calcificada ha encerrado las partes blandas de la larva, se inicia la secreción de la prodisoconcha II en el margen de la concha, la cual presenta una textura externa con líneas de crecimiento comarginales (Fig.1c). La superficie interna de la concha es lisa y se observan las cicatrices de las 2 columnas del músculo aductor anterior (Fig. 1d).

En larvas de 111,5 µm de longitud máxima (d.e.= 4,1) y 92,2 µm de altura máxima (d.e.= 3,9), talla que se alcanza a los 8 días de edad post-fecundación, la forma general es asimétrica; el margen anterior de ambas valvas es levemente más aguzado que el margen posterior (Fig. 1c); el umbo es ancho y bajo, y el provínculo presenta en cada extremo 3 dientes que miden 2,5 - 4,0 µm de longitud (Fig. 1d).

En larvas de 118,1 µm de longitud máxima (d.e.= 4,1) y 99,5 µm de altura máxima (d.e.= 3,6) obtenidas a los 12 días post-fecundación, el margen anterior de la concha es notoriamente más aguzado que el posterior y el umbo es más evidente. El borde postero-ventral permanece semicircular (Fig. 1e). En la estructura provincular se desarrolla un cuarto diente simétrico en los extremos anterior y posterior de ambas valvas y la región cardinal se mantiene suavemente estriada (Fig.1f, 2b).

Las larvas que miden en promedio 167,4 µm de longitud máxima (d.e.= 14,4) y 150,5 µm de altura máxima (d.e.= 9,2) a los 20 días post-fecundación, poseen el umbo ligeramente más prominente y mantienen la forma general. El provínculo posee 5 dientes en ambos extremos, esta estructura provincular se mantiene constante durante el resto del desarrollo y la región cardinal permanece estriada, sin embargo, existe un aumento en el tamaño de los dientes, midiendo éstos 4,0 - 5,0 µm de altura. A partir de este tamaño los dientes presentan una hendidura central cóncava en toda su lon-

gitud y que se hace notoria en larvas más desarrolladas.

Cuando las larvas miden en promedio 179,0 μm de longitud máxima (d.e.= 3,9) y 158,0 μm de altura máxima (d.e.= 9,2), lo que ocurre a partir de 22 días postfecundación, la mayoría está en estado de pedivelígera avanzada. Las valvas presentan el hombro anterior bastante más largo y bajo que el posterior; el extremo anterior es agudo y el posterior semicircular (Fig.1g). Debido al crecimiento de la prodisoconcha II, la prodisoconcha I ha sido desplazada hacia la región dorsal, formando parte del umbo, el cual alcanza su máximo desarrollo. La prodisoconcha II presenta en su exterior estrías concéntricas marcadas (Fig.1g). Interiormente, el borde valvar se encuentra engrosado (Fig.1h). El provínculo presenta, en ambos extremos, 5

dientes entre 4,0 y 6,0 μm de longitud, con la región cardinal estriada de 14,0 μm de longitud (Fig. 2c). Algunos ejemplares de este tamaño presentaron 4 dientes en ambos extremos del provínculo. Las larvas metamorfoseadas poseen una concha larval completa (prodisoconcha I y II) que mide en promedio 222,2 μm de longitud máxima (d.e.= 7,5) y 198,0 μm de altura máxima (d.e.= 9,0); se mantiene la forma general de la concha y se inicia la formación tanto de la frágil disoconcha en ambas valvas (Fig 3b,c) como de la ranura bisal en la valva derecha (Fig. 3c). Las postlarvas son inequivalvas, la valva izquierda es más grande que la derecha y carece de la ranura bisal presente en la región anterior de la valva derecha y que permite extruir el biso. Además, la textura externa de la disoconcha es diferente en ambas valvas, la valva iz-

TABLA I

Estructura provincial de larvas de pectínidos.
Provinculum structure of pectinid larvae.

Especie	Temp (°C)	Edad (días)	Long (μm)	N° dientes por valva	Autor
<i>Amusium balloti</i>	18-19	13	163-187	6 a 8	Rose et al. (1988)
	18-19	15	170-215	8	
<i>Argopecten irradians</i>	-	-	177,7	5(3a,2p)**	Lutz et al. (1982)
<i>Argopecten purpuratus</i>	20-22	1,5	107	6(3a,3p)	Bellolio et al. (1993)
	20-22	8	-	10(5a,5p)	
	20-22	16	231	10(5a,5p)	
<i>Argopecten purpuratus</i>	18-19	4	97,5	6(3a,3p)	Bellolio et al. (este estudio)
	18-19	8	111,5	8(4a,4p)	
	18-19	20	167,4	10(5a,5p)	
	18-19	22	222	10(5a,5p)	
<i>Chlamys: asperrimus</i>	17-18	10	144	7 (3 y 4)*	Rose & Dix (1984)
	17-18	13	169	9 (4 y 5)*	
<i>Chlamys hastata</i>	14-16	15	-	6 a 8	Hodgson & Burke (1988)
	-	pediveliger	-	10 a 12	
<i>Chlamys patriciae</i>	-	-	140	11(5a,6p)	Uribe et al. (1982)
<i>Chlamys varia</i>	-	-	170	6	Le Penec (1980)
	-	-	200	6	
<i>Equichlamys bifrons</i>	14-18	16	141,5	6	Dix (1976)
	-	20	185,2	8(ocas.6)	
<i>Pecten maximus</i>	17	-	148	6	Le Penec (1974)
	-	-	160	8	
	-	-	280	9(5a,4p)	
<i>Placopecten magellanicus</i>	-	-	178	5(3a,2p)	Lutz et al. (1982)
<i>Placopecten magellanicus</i>	14	7	119	6	Tremblay & Meade (1987)

*no especifica lado anterior o posterior

** a: anterior, p: posterior

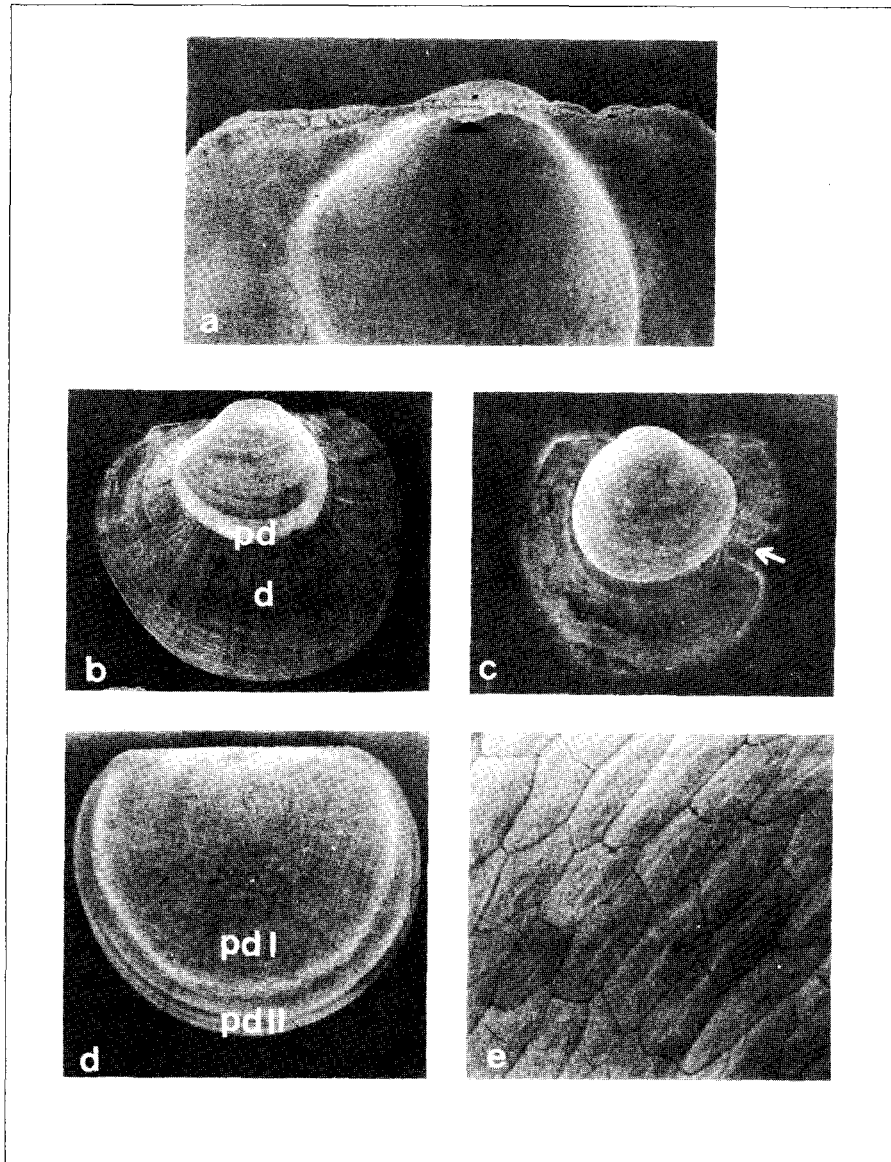


Fig.3: *Argopecten purpuratus*. Fotomicrografía electrónica de barrido de valvas postlarvales.

a = estructura provincial de valva derecha de postlarva de 36 días; la flecha indica el ligamento. 310X

b = vista externa de valva izquierda de postlarva de 36 días. Note las estrías de crecimiento comarginales y radiales en la disoconcha. pd: prodisoconcha II; d: disoconcha.130X

c = vista externa de valva derecha de postlarva de 36 días; la flecha indica la ranura bisal. 125X

d = vista externa de larva D con ornamentación estrellada-punteada en la prodisoconcha I (pdI); pdII, prodisoconcha II.

e = detalle de la disoconcha de valva derecha. 3700X

Argopecten purpuratus. SEM micrography of post-larval valves.

a = right valve provincialum of a 36-day-old post-larva; arrow indicates the ligament. 310X

b = external view of left valve of a 36-day-old post-larva. Note the commarginal and radial growth marks in the dissoconch. pd: prodissoconch II; d: dissoconch.130X

c = external view of right valve of a 36-day-old post-larva; arrow indicates the byssal notch.125X

d = external view of D larva with punctate-stellate ornamentation in the prodissoconch I (pdI); pdII: prodissoconch II.

e = detail of the right valve dissoconch. 3700X

quiera presenta su superficie con hendiduras poco profundas de forma irregular (Fig. 3b), en cambio la valva derecha presenta una textura de tipo «panal» con marcas poligonales (Fig. 3d). La valva izquierda presenta líneas de crecimiento comarginales y estrías radiales marcadas que nacen desde el límite entre la prodisoconcha II y la disoconcha y se extienden hasta el margen de la concha (Fig. 3b). En la valva derecha, la ranura bisal no posee una textura prismática sino que se observan líneas de crecimiento comarginales a la ranura (Fig. 3c). El provínculo postlarval también presenta algunas modificaciones: los dientes de los extremos comienzan a ser parcialmente cubiertos por la disoconcha la cual forma dentículos irregulares en el borde dorsal pero aún se observa la región media estriada (Fig. 2d). En conchas postlarvales de 32 días post-fecundación, aún se observa 3 dientes en cada extremo del provínculo de la valva derecha y 4 en la valva izquierda. El ligamento postlarval se desarrolla bajo la región estriada del provínculo ocupando toda su longitud (Fig. 3a).

DISCUSION

Las larvas de pectínidos descritas en la literatura presentan conchas con una morfología que las diferencia de otras familias de bivalvos (Merrill 1961, Dix 1976, Culliney 1974, Le Pennec 1974, 1980, Lutz *et al.* 1982, Uribe *et al.* 1982, Rose & Dix 1984, Tremblay *et al.* 1987, Hodgson & Burke 1988, Rose *et al.* 1988). En general, las larvas de pectínidos tienen la concha equivalva, de forma general angular, con el margen anterior aguzado y el posterior redondeado, con el umbo poco pronunciado. El provínculo está constituido por 5 a 12 dientes rectangulares localizados en ambos extremos y que se corresponden con hendiduras de igual ubicación en la valva opuesta; además existe una región provincial media, de menor grosor que los extremos y carente de dientes. En algunas especies el número de dientes de la región anterior difiere de la posterior (Tabla 1). Según Le Pennec (1974), este tipo de provínculo es taxodonto y más evolucionado

que el existente en mitílidos. De acuerdo a lo anteriormente descrito, la morfología general de la concha larval y postlarval en *Argopecten purpuratus* presenta el patrón general observado en otros pectínidos.

Los trabajos que detallan la morfología externa de las prodisoconchas I y II son escasos. Cragg & Crisp (1991) señalan que en pectínidos, la región central de la prodisoconcha I está cubierta con pequeñas depresiones, en cambio la región periférica, que posee estrías radiales, carece de estas depresiones; esta morfología corresponde al patrón de ornamentación punteado-estrellado. Sin embargo, la forma de esta región central difiere según la especie; en *Chlamys hastata*, esta región tiene forma convexa, de 12 x 14 μm , con depresiones poco profundas y estrías radiales (Hodgson & Burke 1988), en cambio en *Argopecten purpuratus*, es de forma circular y con un diámetro de 24 μm . Este patrón de ornamentación punteado-estrellado también está presente en la prodisoconcha I de *Crassostrea virginica* (Carriker & Palmer 1980) y de *Ostrea edulis* (Waller 1981). Se ha observado que la ornamentación es sólo de tipo punteada en *Choromytilus chorus* (Toledo, 1991)² y en *Venus antiqua* (Campos & Bellolio 1992)³. La ornamentación externa que presenta la prodisoconcha I en las larvas de bivalvos, corresponde a los centros iniciales de calcificación ubicados sobre la glándula de la concha y la prodisoconcha II es secretada posteriormente por el borde del manto (Waller 1981). La diferencia existente en el tamaño y la forma del área punteado-estrellada de la prodisoconcha I en las pocas descripciones disponibles permite sugerir que ésta puede ser una herramienta importante para diferenciar larvas tempranas de bivalvos. Por lo tanto, es necesario realizar estudios comparativos de la ornamentación

² TOLEDO P (1991) Fecundación y desarrollo embrionario y larval de *Choromytilus chorus* (Molina, 1787) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) en condiciones de laboratorio. Tesis de Licenciatura en Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte. 73 pp.

³ CAMPOS B & G BELLOLIO (1992) Inducción y cultivo larval de *Venus antiqua* King & Broderip (Bivalvia, Veneridae) en condiciones de laboratorio. XII Jornadas de Ciencias del Mar. R-104.

de la prodisoconcha I en larvas tempranas de diferentes especies de bivalvos. Por otra parte, la morfología externa de la prodisoconcha II de *A. purpuratus*, que presenta estrías comarginales de crecimiento, no difiere de la observada en larvas de otras especies de bivalvos (Carriker & Palmer 1980, Le Pennec 1974, 1980, Lutz et al. 1982, Uribe et al. 1982). La presencia de una disoconcha inequivalva en postlarvas de *A. purpuratus* es una característica común en otras especies de pectínidos (Merril, op. cit.; Le Pennec, op. cit.; Uribe et al., op. cit.; Hodgson & Burke 1988). La ultraestructura de la disoconcha de la valva derecha es prismática y es similar a la encontrada en *Placopecten magellanicus* (Merril, op. cit.), *Chlamys hastata* (Hodgson & Burke, op. cit.) y *Chlamys patriciae* (Uribe et al., op. cit.). Esta se debería a la deposición de 2 capas de calcita, una interna de calcita foliada y otra externa de calcita prismática; en cambio, en la valva izquierda, la capa externa sería de un material que da una apariencia de una superficie con depresiones (Cragg & Crisp, op. cit.).

La talla de la prodisoconcha I al igual que el número y disposición de los dientes provinculares no difieren entre las larvas cultivadas en este estudio y larvas obtenidas del plancton (Campos, resultados no publicados), comprobándose de este modo, la validez de utilizar este material para identificar, por comparación, larvas de *A. purpuratus* provenientes del plancton. Mayores variaciones son esperables en relación a la longitud de la prodisoconcha II debido a que su tamaño está influenciado por las condiciones ambientales a las cuales está expuesta la larva pediveliger en el momento de la metamorfosis y también a herencia paterna involucrada en el crecimiento larval. Es así como Illanes (1987, 1990) registró longitudes máximas larvales de 240 μm (20°C) y 220-240 μm (22-25°C) respectivamente, Padilla (op. cit.) de 270 μm (la temperatura varió entre 15-20°C), y Bellolio et al. (1993) de 231 μm (20-22°C) cifras algo superiores a las obtenidas en este trabajo (222 μm). Debido a que dichos trabajos no describen el procedimiento y el número de larvas medidas (excepto Bellolio 1993),

el origen de los reproductores, la época del año en que se realizaron los desoves y las condiciones exactas del cultivo, la comparación de estos resultados se dificulta. Sin embargo, podemos notar que la temperatura de los cultivos influye en la duración del período larval de *A. purpuratus*, obteniéndose larvas metamórfica a los 12 días postfecundación a 22-25°C (Illanes 1990) o a los 31-35 días postfecundación (Padilla 1979).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Unidad de Producción del Departamento de Acuicultura de la Universidad Católica del Norte por proveer las larvas de *A. purpuratus*. Esta investigación fue financiada por la Dirección General de Investigación (DGI) de la Universidad Católica del Norte.

LITERATURA CITADA

- BELLOLIO G, K LOHRMANN & E DUPRÉ (1993) Larval morphology of the scallop *Argopecten purpuratus* as revealed by scanning electron microscopy. The Veliger 36: 332-342.
- CAMPOS B & L RAMORINO (1990) Larvas y postlarvas de Pholadacea de Chile (Mollusca: Bivalvia). Revista de Biología Marina, Valparaíso 25: 15-63.
- CARRIKER MR & RE PALMER (1979) Ultrastructural morphogenesis of prodissoconch and early dissoconch valves of the oyster *Crassostrea virginica*. Proceedings of the National Shellfisheries Association 69: 102-128.
- CARRIKER MR, RE PALMER & RS PREZANT (1980) Functional ultramorphology of the dissoconch valves of the oyster *Crassostrea virginica*. Proceedings of the National Shellfisheries Association 1: 139-183.
- CHANLEY P & JD ANDREWS (1971) Aids for identification of bivalve larvae of Virginia. Malacologia 11: 45-119.
- CRAGG SM & DJ CRISP (1991) The biology of scallop larvae. En: S. Shumway (ed) Scallops: biology, ecology and aquaculture. Developments in aquaculture and fisheries science 21: 75-132. Elsevier, Amsterdam.
- CULLINEY JL (1974) Larval development of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). Biological Bulletin 147: 321-332.
- DIX TG (1976) Larval development of the queen scallop *Equichlamys bifrons*. Australian Journal of Marine & Freshwater Research 27: 399-403.

- DISALVO LH, E ALARCON, E MARTINEZ & E URIBE (1984) Progress in mass culture of *Chlamys (Argopecten) purpurata* Lamarck (1819) with notes on its natural history. *Revista Chilena de Historia Natural* 57:35-45.
- FULLER SC & RA LUTZ (1989) Shell morphology of larval and post-larval mytilids from the north-western atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 69: 181-218.
- FULLER SC, RA LUTZ & A POOLEY (1990) Procedures for accurate documentation of shapes and dimensions of larval bivalve shells with scanning electron microscopy. *Transactions of the American Microscopy Society* 108: 58-63.
- GOODSELL JG, SC FULLER, AG EVERSOLE, M CASTAGNA & R LUTZ (1992) Larval and early postlarval shell morphology of several venerid clams. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 72: 231-256.
- HODGSON CA & RD BURKE (1988) Development and larval morphology of the spiny scallop *Chlamys hastata*. *Biological Bulletin* 174: 303-318.
- ILLANES JE (1990) Cultivo del ostión del Norte *Argopecten purpuratus*. En: Hernández A (ed) Cultivo de moluscos en América Latina, memorias 2a Reunión Grupo de Trabajo Técnico, Ancud, Chile: 211-230. Bogotá.
- LE PENNEC M (1974) Morphogenese de la coquille de *Pecten maximus* (L.) élevé au laboratoire. *Cahiers de Biologie Marine* 15:475-482.
- LE PENNEC M (1980) The larval and post-larval hinge of some families of bivalve molluscs. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 60: 601-617.
- LUTZ R, J GOODSELL, M CASTAGNA, S CHAPMAN, C NEWELL, H HIDU, R MANN, D JABLONSKI, V KENNEDY, S SIDDALL, R GOLBERG, H BEATTIE, C FALMAGNE, A CHESTNUT & A PARTRIDGE (1982) Preliminary observations of the usefulness of hinge structures for identification of bivalve larvae. *Journal of Shellfish Research* 1:65-70.
- MERRILL AS (1961) Shell morphology in the larval and post-larval stage of the sea scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 125: 1-23.
- PADILLA M (1979) Desarrollo larval del ostión *Chlamys (Argopecten) purpurata* Lamarck (1819) en condiciones de laboratorio. (Mollusca, Pelecypoda). *Ciencia y Tecnología del Mar. CONA* 4: 41-52.
- RAMORINOL & B CAMPOS (1983) Larvas y postlarvas de mytilidae de Chile (Mollusca: Bivalvia). *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 19:143-192.
- ROSE RA & TG DIX (1984) Larval and Juvenile Development of the Doughboy Scallop *Chlamys (Chlamys) asperrimus* (Lamarck) (Mollusca Pectinidae). *Australian Journal of Marine & Freshwater Research* 35: 315-323.
- ROSE RA, GR CAMPBELL, & SG SANDERS (1988) Larval development of the saucer scallop *Amusium balloti* (Bernardi) (Mollusca: Pectinidae). *Australian Journal of Marine & Freshwater Research* 39: 153-160.
- SALAUM M, J BOUCHER, & M LE PENNEC (1991) Prodissoconch shell characteristics as indicators of larval growth and viability in *Pecten maximus* (Linnaeus, 1758). *Journal of Shellfish Research* 10 37-46.
- SANHUEZA M & M MATAMALA (1986) Cultivo larval de *Chlamys (Argopecten) purpurata* en condiciones de laboratorio en el estuario del Sur de Chile. *Biota* 1: 19.
- TREMBLAY MJ, LD MEADE & GV HURLEY (1987) Identification of planktonic sea scallop larvae (*Placopecten magellanicus*) (Gmelin). *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 44: 1361-1366.
- TURNER RD & PJ BOYLE (1974) Studies of bivalve larvae using the scanning electron microscope and critical point drying. *Bulletin of the American Malacological Union*:59-65.
- URIBE J, D LÓPEZ & M GONZÁLEZ (1982) Descripción de algunos estados larvarios y postlarvarios de bivalvos chilenos. *Noticiero Mensual del Museo de Historia Natural* 26:4-10.
- WALLER TR (1981) Functional morphology and development of veliger larvae of the European oyster *Ostrea edulis* Linne. *Smithsonian Contribution to Zoology* 328: 70 pp.