

# ANATOMÍA DE LA "VIEYRA TEHUELCHÉ", *Aequipecten tehuelchus* (D'ORBIGNY, 1846) [= *Chlamys tehuelcha*]. III. SISTEMAS DIGESTIVO, CARDIO-VASCULAR Y EXCRETOR. (BIVALVIA, PECTINIDAE).

NÉSTOR F. CIOCCO<sup>1</sup>

**ABSTRACT:** Ciocco, N.F. Anatomy of the "Tehuelche scallop", *Aequipecten tehuelchus* (d'Orbigny, 1846) [= *Chlamys tehuelcha*]. III. Digestive, cardio-vascular and excretory systems. (Bivalvia, Pectinidae). Revista de Biología Marina, Valparaíso, 30(1):135-153.

A detailed description of the morphology and histology of the lips, mouth, oesophagus, stomach, crystalline style, digestive gland, intestine, arterial and venous systems, heart, and kidneys of *A. tehuelchus* is given. Labial palps are included as part of the labial palps-lips complex. Digestive, cardio-vascular and excretory systems of this species are similar to those of the other Pectinidae. The upper lip presents three well-developed dendritic lobes and the lower lip has five similar processes. Four (exceptionally five or six) principal ducts from the digestive gland open to the right side of the stomach (two in *Chlamys opercularis* and four in *Pecten maximus*) and two or three secondary ducts open to the left side. The descending portion of the intestine reaches the ovarian (distal) portion of the gonad as in *P. maximus* and *Placopecten magellanicus* (in *Ch. opercularis* the intestine curves back to about the level of the junction between ovarian and seminal portions of the gonad). The intestine of *A. tehuelchus* presents a double loop between the descending and ascending portions. The posterior pallial vessel arises from the anterior aorta as in *P. magellanicus* (in *P. maximus* the posterior pallial vessel arises from the posterior aorta). The venous system comprises a dorsal sinus, a ventral sinus and two longitudinal sinuses. Kidneys are similar to those of *P. maximus*.

**Key Words:** Pectinidae, *Aequipecten tehuelchus*, morphology, histology, digestive system, circulatory system, excretory system.

**RESUMEN:** Ciocco, N.F. Anatomía de la "vieyra tehuelche", *Aequipecten tehuelchus* (d'Orbigny, 1846) [= *Chlamys tehuelcha*]. III. Sistemas digestivo, cardio-vascular y excretor. (Bivalvia, Pectinidae). Revista de Biología Marina, Valparaíso, 30(1):135-153.

Se incluye una detallada descripción de la morfología e histología de los labios, boca, esófago, estómago, estilete cristalino, glándula digestiva, intestino, sistemas venoso y arterial, corazón y riñones de *A. tehuelchus*. Los palpos labiales se incluyen como parte del complejo palpos labiales-labios. Los sistemas digestivo, cardiovascular y excretor de esta especie son similares a los de otros Pectinidae. El labio superior presenta tres protuberancias bien desarrolladas y dendríticas; el inferior presenta cinco estructuras de este tipo. Cuatro (excepcionalmente cinco o seis) ductos principales provenientes de la glándula digestiva abren en el lado derecho del estómago (dos en *Chlamys opercularis* y cuatro en *Pecten maximus*) y dos o tres ductos secundarios lo hacen del lado izquierdo. La porción descendente del intestino alcanza la región femenina (distal) de la gónada como en *P. maximus* y *Placopecten magellanicus* (en *Ch. opercularis* el intestino retorna a la altura del límite entre las regiones femenina y masculina de la gónada). El intestino de *A. tehuelchus* presenta una doble asa entre las porciones descendente y ascendente. La arteria paleal posterior surge de la aorta anterior como en *P. magellanicus* (en *P. maximus* la arteria paleal posterior surge de la aorta posterior). El sistema venoso comprende un seno dorsal, uno ventral y dos senos longitudinales. Los riñones son similares a los de *P. maximus*.

**Palabras Claves:** Pectinidae, *Aequipecten tehuelchus*, morfología, histología, sistema digestivo, sistema circulatorio, sistema excretor.

## INTRODUCCION

Meticulosas descripciones anatómicas provenientes de fines del siglo pasado e inicios del actual (Kellogg 1892, 1915; Drew 1906; Dakin 1909, 1910), descripciones generales de la anatomía de varios pectínidos aportadas en las décadas siguientes (Gutsell 1931; Pierce 1950; Yonge 1951; Bourne 1964, entre otros), y estudios especializados recientes sobre aspectos particulares de la anatomía y la fisiología de distintas especies de Pectinidae (Thompson 1977; Gruffydd 1977; Overnell 1981; Carmichael & Fowler 1981; Usheva 1983; Chang *et al.* 1984; Matsutani & Nomura 1984; Zhadan & Semenov 1984; Auffret 1985 y 1988; Beninger *et al.* 1988; Le Pennec *et al.* 1988; Dorange & Le Pennec 1989, entre otros) conforman un robusto cuerpo de conocimiento sobre la morfología de este grupo compilado recientemente por Beninger & Le Pennec (1991). La mayoría de la información disponible proviene de especies tales como *Pecten maximus* L., 1758, *Chlamys opercularis* (L., 1758), *Placopecten magellanicus* (= *Pecten tenuicostatus*) (Gmelin, 1791), *Aequipecten irradians* Lamarck, 1819, *Patinopecten yessoensis* Jay, 1857 o *Hinnites multirugosus* (Gale, 1928).

La información sobre anatomía de especies del Atlántico Sudoccidental resulta, por el contrario, escasa. De *Aequipecten tehuelchus* (= *Chlamys tehuelcha*), por ejemplo, sólo se han publicado con anterioridad a esta serie, datos generales y fragmentarios sobre su morfología (Olivier *et al.* 1970; Christiansen & Olivier 1971; Zamponi 1976; Lasta & Calvo 1978).

Ciocco (1992a,b) publicó la descripción detallada de las valvas, del ligamento, del manto, de las branquias, del pie y del

aparato bisal. La presente contribución versa sobre los sistemas digestivo, cardio-vascular y excretor; los palpos labiales se incluyen como parte del complejo palpos labiales-labios.

## MATERIAL Y METODOS

El material y la técnica general utilizada para las observaciones anatómicas y las preparaciones histológicas, son los mismos descritos en una contribución anterior (Ciocco 1992b).

El sistema vascular se observó inyectándole una mezcla por partes iguales de tocino derretido y aceite de lino coloreada con pintura al óleo. Las vías de acceso utilizadas con mayor frecuencia fueron los vasos branquiales, en particular el eferente (Ciocco 1992b).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La situación relativa de las partes blandas, excluyendo manto y branquias, se esquematiza en la Fig. 1.

### SISTEMA DIGESTIVO

El sistema digestivo de *A. tehuelchus* es simple, similar al de otros pectínidos (Beninger & Le Pennec 1991) y semejante, aunque algo más sencillo, comparado con otros bivalvos. Está conformado por la boca (bo., Fig. 1), ubicada en la porción dorsal del pie (pi., Fig. 1), rodeada por los labios (l. Fig. 1) y los palpos labiales (p.l.e. y p.l.i., Fig. 2), el esófago (esf., Fig. 1), el estómago (est., Fig. 1), la glándula digestiva (hp., Fig. 1) que envuelve a los dos últimos, el estilete cristalino (e.c., Fig. 1), el intestino (i.d. e i.a., Fig. 1), el recto (rct., Fig. 1), y el ano (a., Fig. 1).

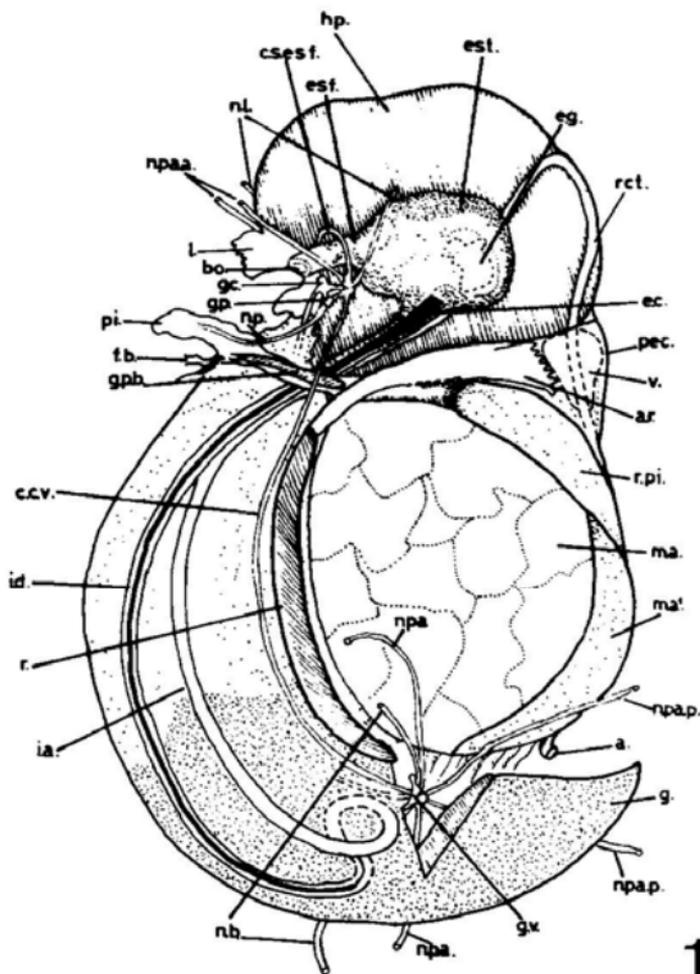
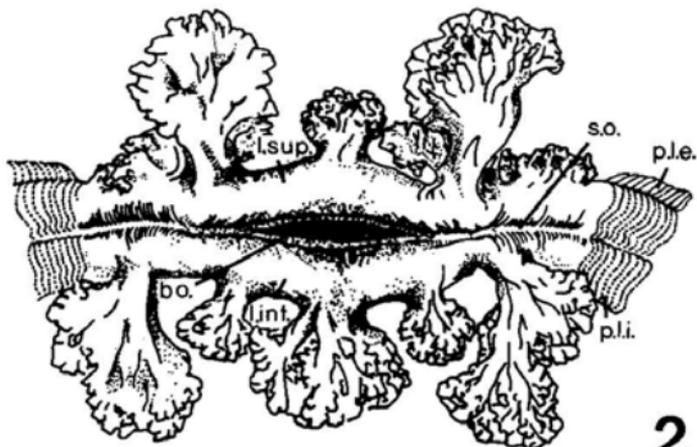


Fig. 1. *Aequipecten tehuelchus*. Partes blandas excluyendo branquias y manto (esquemático). (Abreviaturas en lista adjunta al final del trabajo).

#### BOCA, LABIOS Y PALPOS LABIALES

La boca (bo. Figs. 1, 2 y 3) es una abertura transversal amarillenta que se abre en una estrecha cavidad oral que comunica con el esófago (esf. Fig. 1). Está rodeada por

un labio superior (l.sup., Figs. 2 y 3) y otro inferior (l.inf., Figs. 2 y 3), que se continúan a ambos lados de la boca en un par de palpos labiales; cada par está formado por un palpo labial externo (p.l.e., Figs. 2 y 3) y otro interno (p.l.i., Figs. 2 y 3).



2



3

Figs. 2 y 3. *Aequipecten tehuelchus*. Boca, labios y palpos labiales. 2: detalle esquemático. 3: vista anterolateral izquierda mostrando la relación con las branquias y demás órganos. (Abreviaturas en lista adjunta al final del trabajo).

La boca está tapizada por la extensión del epitelio ciliado de la cara interna de los labios, el que a su vez es continuación del epitelio que recubre internamente los palpos.

Los labios son dos rebordes músculo-conectivos conspicuos de color ocre amarillento, recubiertos por epitelio similar al de los palpos labiales. El labio superior presenta dos proyecciones dendríticas laterales y una

central más pequeña (I.sup., Fig. 2). En el labio inferior se observan cinco estructuras de forma similar a las del labio superior: tres de mayor tamaño (la central y las dos laterales) y dos más reducidas (I.inf., Fig. 2). Gilmour (1964) describió en *Pecten maximus* dos proyecciones principales en el labio superior y tres en el labio inferior. Beninger & Le Pennec (1991) sugirieron que estas estructuras podrían interpretarse como bordes hipertrofiados de los palpos labiales, hipótesis que se refuerza por la semejanza de los dos tipos de epitelio (densa y escasamente ciliado) que recubren los labios y los palpos. Dakin (1909) sugirió que los labios hipertrofiados de los pectínidos tendrían la función de prevenir la pérdida de material particulado presente en el surco oral. Gilmour (1964) señaló que la hipertrofia obedecería a la necesidad de retener material particulado conducido hacia la boca desde las branquias, permitiendo, al mismo tiempo, la salida de corrientes de agua desde el surco oral. No obstante, Beninger & Le Pennec (1991) indicaron que la función de los complejos labios de los pectínidos (tipo "Chlámido" según Bernard 1972), así como la de los palpos labiales, no están aún definitivamente aclaradas.

Los palpos labiales son láminas delgadas incoloras o de color marrón claro ubicadas a uno y otro lado de la masa visceral entre los labios y la terminación anterior de las branquias (b. Fig. 3); la forma en que el extremo anterior de las branquias de los pectínidos se relaciona con los palpos labiales ha sido clasificada como de tipo III por Stasek (1963). Los palpos externos e internos aparecen como continuación de los labios superior e inferior, respectivamente (Fig. 2). Las superficies enfrentadas de los palpos son acanaladas (surcos y salientes alternados) y se disponen de tal manera que forman un

surco central que junto con el surco oral (s.o., Fig. 2) contiguo conducen las partículas alimenticias hasta la boca. Los surcos de la superficie interna de los palpos se orientan en forma transversal a los surcos central y oral, lo que contribuiría a evitar el reflujo y favorecer el aglutinamiento y la selección de partículas. Los palpos están formados por un delicado soporte músculo-conjuntivo de aspecto vesicular, tapizado por epitelio prismático densamente ciliado en su cara interna, y epitelio cúbico y escasamente ciliado en el lado externo donde se observan además mucocitos.

## ESÓFAGO

El esófago (esf., Fig. 1) es corto, estrecho y deprimido en sentido dorsoventral. Está revestido por una capa de tejido epitelial prismático y ciliado que descansa sobre tejido conectivo provisto de fibras musculares. El epitelio se repliega formando surcos que se orientan en forma longitudinal (p.ep.esf., Fig. 4). Beninger & Le Pennec (1991) han observado microvellosidades en el epitelio que recubre el órgano internamente. El esófago se abre en la porción anterodorsal del estómago (est., Fig. 1) y se halla completamente rodeado por la glándula digestiva (hp., Fig. 1).

## ESTÓMAGO

El estómago de *A. tehuelchus* (est., Fig. 1) es un saco ovalado de contorno irregular que ocupa el centro de la glándula digestiva (hp., Fig. 1), levemente desplazado hacia la izquierda del animal. Es similar al de otros pectínidos y *Lima sp.* (Reid 1965). De acuerdo al sistema de clasificación propuesto por Purchon (1957), el estómago de los pectínidos corresponde al tipo IV; considerando el reordenamiento propuesto para la clase Bivalvia por el mismo autor (1978)

sobre la base de la morfología estomacal, *A. tehuelchus* correspondería por el número de ductos que recibe de la glándula digestiva y

por la morfología del tiflosol, a la Clase Polysiringia, Orden Gastrotriteia.

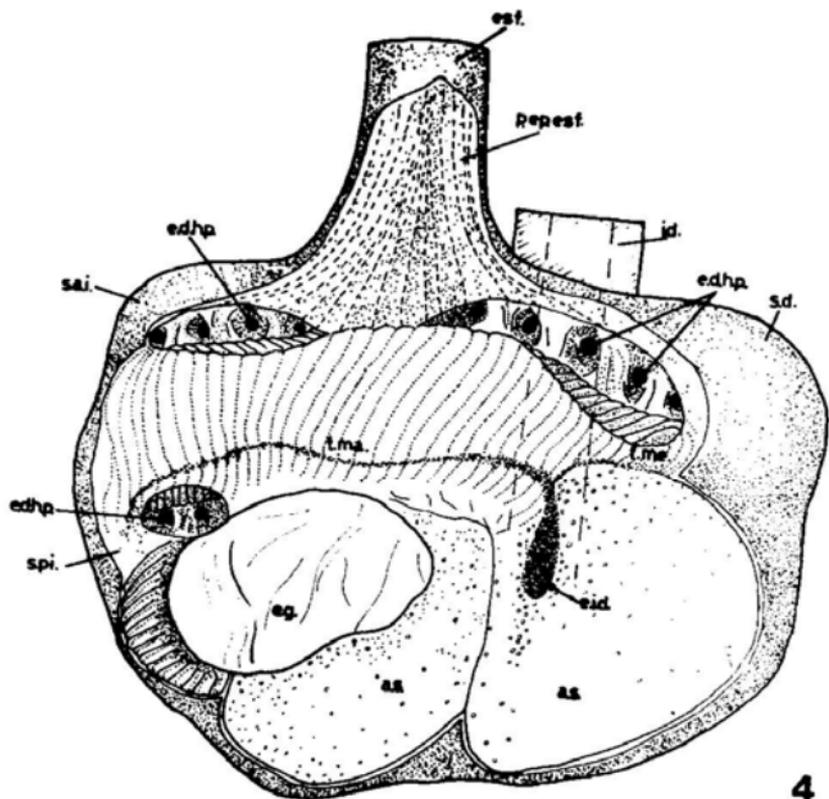


Fig. 4. *Aequipecten tehuelchus*. Vista dorsal del interior del estómago extraído el estilete cristalino (esquemático). (Abreviaturas en lista adjunta al final del trabajo).

Externamente el estómago presenta salientes que no alcanzan a formar ciegos gástricos como en el caso de otros bivalvos tales como *Mytilus edulis* L., *Aulacomya ater* (Molina), *Glossus humanus* (L.). Hay dos salientes en el lado izquierdo, una anterior y otra posterior (s.a.i. y s.p.i., Fig. 4) y una en el lado derecho (s.d., Fig. 4). Esta última es

similar al ciego selector de partículas alimenticias mencionado para otros pectínidos como rasgo primitivo (Purchon 1957). En estas salientes (depresiones en vista interna) vierten los ductos provenientes de la glándula digestiva (e.d.hp., Fig. 4).

En vista dorsal, el estómago (Fig. 4) aparece como un saco revestido por una cubierta epitelial irregularmente plegada. En el fondo se observa la entrada al intestino descendente y del estilete cristalino (e.i.d., Fig. 4). En la porción anterior del piso del estómago se distinguen dos surcos bordeados por superficies acanaladas que recuerdan por su aspecto a los palpos labiales: el tiflosol principal o mayor (t.ma., Fig. 4) y el tiflosol menor (t. me., Fig. 4). El primero se dispone en forma transversal al estómago desde la entrada del intestino hasta la región ubicada entre las dos salientes izquierdas. El menor describe un breve recorrido opuesto al anterior.

En la zona posterior del estómago, detrás de la entrada del intestino se observan dos áreas de selección de partículas (a.s., Fig. 4). En la porción media, desplazado hacia la izquierda, se distingue el escudo gástrico (e.g., Figs. 1 y 4); se trata de una estructura cóncava de consistencia gelatinosa y resistente que se adosa a la cara interna del estómago.

En la cubierta epitelial que tapiza internamente el estómago alternan áreas planas y zonas plegadas o de aspecto acanalado (tiflosolos y entrada de los ductos provenientes de la glándula digestiva). Se trata de un epitelio de células ciliadas de altura variable. Células altas forman la cima de los pliegues y células bajas las depresiones intercaladas con los anteriores y las áreas planas. Una membrana basal conectiva provista de fibras musculares sirve de sostén al epitelio estomacal.

#### GLÁNDULA DIGESTIVA

La glándula digestiva (divertículos digestivos según Yonge, 1926) (hp., Fig. 1) es un órgano conspicuo de color pardo oscuro o negro que se ubica dorsalmente al músculo

aductor y debajo del condróforo. Es redondeada dorsalmente y plana hacia la masa visceral. Debido a la proximidad con el condróforo (Ciocco 1992a), presenta una hendidura triangular en la región media dorsal. Como se mencionara, la glándula digestiva envuelve completamente al esófago y al estómago y vierte sus secreciones en este último a través de varios ductos (e.d.hp., Fig. 4). Generalmente se observan cuatro ductos principales desembocando en la saliente o ciego derecho del estómago (s.d., Fig. 4) (en ocasiones se han detectado hasta seis) y dos o tres ductos menores o secundarios en las salientes ubicadas del lado izquierdo (s.a.i. y s.p.i., Fig. 4). Purchon (1957) ha mencionado cuatro ductos principales en *Pecten maximus* y dos en *Chlamys opercularis*. Los ductos se dividen en innumerables ductos menores que concluyen, a su vez, en túbulos ciegos de aspecto alveolar. Según Dakin (1909), las células ciliadas que tapizan los ductos y túbulos tienen aspecto granular y descansan sobre una membrana conectiva rodeada por una capa de musculatura circular ("túnica propia" y "túnica muscularis", respectivamente).

Cierto tipo de digestión intracelular ocurriría en fagocitos ambulantes frecuentes especialmente en el estómago (Purchon 1957). La glándula digestiva es, no obstante, el principal órgano de digestión intracelular (Beninger & Le Pennec 1991). La distribución en esta glándula de las numerosas enzimas detectadas en la misma sugiere que varios carbohidratos son digeridos intracelularmente en la glándula digestiva (Wojtowicz 1972).

Sútiles y sincronizados mecanismos de corrientes y contracorrientes creados por el movimiento ciliar del epitelio estomacal y de los ductos de la glándula digestiva permiten que sólo las partículas más pequeñas

alcancen el extremo ciego de los túbulos digestivos, en tanto las de mayor tamaño son devueltas al estómago (Owen, 1955). Los túbulos digestivos están compuestos por células ordenadas en forma de acinos. Dos tipos de células forman los mismos: a) pequeñas células bastoniformes e indiferenciadas, precursoras de los demás tipos y b) células derivadas de las primeras (digestivas flageladas y no flageladas, y secretoras flageladas y no flageladas según Beninger & Le Pennec 1991). Las primeras absorben las partículas alimenticias por pinocitosis, digieren las mismas dentro de vacuolas o "esférulas digestivas" y eliminan los desechos en la forma de "cuerpos residuales" (Mathers 1976). La función de las células secretoras, por su parte, aún permanece poco clara (Henry 1987).

#### ESTILETE CRISTALINO

El estilete cristalino tiene forma de cono largo y delgado orientado con su base hacia el estómago (e.c., Fig. 1), en tanto el extremo opuesto alcanza el tercio distal (porción femenina) de la gónada (g. Fig. 1). Atravesando longitudinalmente la misma, el estilete se encuentra contenido en el saco del estilete (s.e., Fig. 5), compartimento mayor del intestino descendente, separado del intestino propiamente dicho por sendas crestas epiteliales (c.e., Fig. 5). En el extremo ubicado en el estómago, el estilete está en contacto con el escudo gástrico (e.g., Fig. 1). En ejemplares adultos el estilete tiene un diámetro de 2-3 mm y su extremo distal es aguzado. La longitud del estilete cristalino representa aproximadamente el 80% de la altura (longitud umbo-comisura) del ejemplar.

El estilete (e.c., Fig. 5) es de consistencia gelatinosa, ligeramente translúcido y amarillento. En corte transversal, su sección

es circular y homogénea. Su superficie a menudo presenta delicadas estrías espiraladas de color verdoso y aspecto similar a las partículas contenidas en el estómago, semejante a lo descrito en *Chlamys opercularis* y *Pecten maximus* (Dakin 1909).

La composición exacta del estilete aún se desconoce. Junto con el estómago, el estilete cristalino juega un rol trascendente en la digestión extracelular mediante los siguientes mecanismos: a) arrastra alimento del esófago al estómago adherido al mucus que lo rodea mientras rota sobre su eje; b) tritura partículas contra el escudo gástrico; c) favorece el movimiento del alimento en el estómago, contactándolo con las áreas selectivas de partículas y d) libera enzimas que participan en la digestión extracelular (Beninger & Le Pennec 1991). Ciclos de disolución y reconstitución del estilete cristalino han sido reportados en pectínidos y atribuidos a cambios en el pH del saco del estilete, vinculados, a su vez, con el flujo de corrientes y el ritmo de mareas (Mathers 1976; Beninger & Le Pennec 1991).

#### INTESTINO, RECTO Y ANO

El intestino puede dividirse en descendente y ascendente. El primero (i.d., Fig. 1) comienza en la porción media ventral del estómago, ligeramente desplazado hacia la derecha. Se dirige luego hacia la gónada (g., Fig. 1), atravesando la glándula digestiva (hp., Fig. 1) y pasando a la derecha de la glándula primaria del biso (g.p.b., Fig. 1 y Ciocco 1992b). Ya en la gónada, alcanza la porción media de la región femenina (distal) para terminar luego en la doble asa intestinal.

En sección transversal el intestino descendente es ovalado y se distinguen el saco del estilete (s.e., Fig. 5) y el intestino

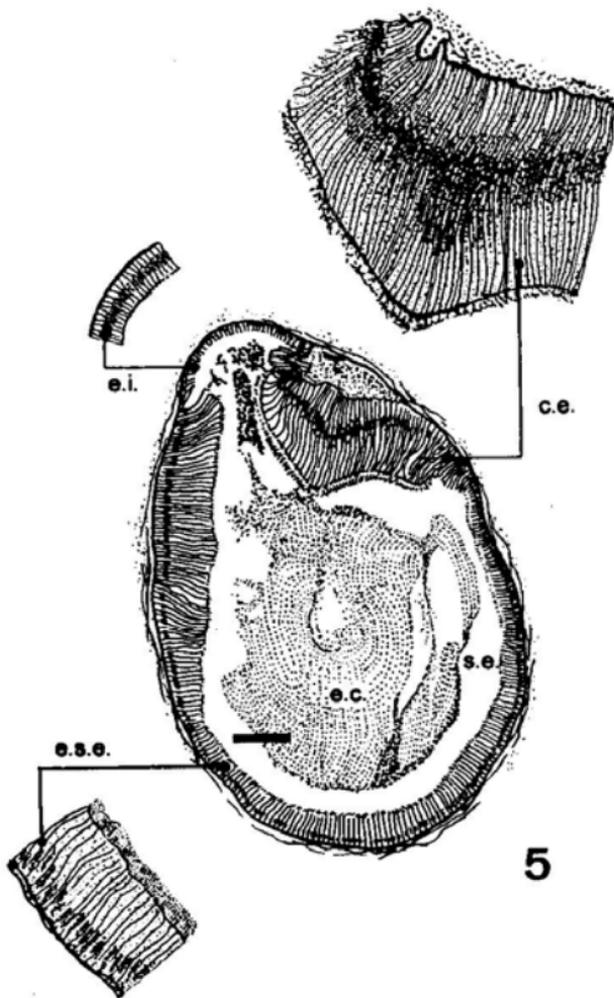


Fig. 5. *Aequipecten tehuelchus*. Corte transversal del intestino descendente y saco del estilete (escala: 200 micras). (Abreviaturas en lista adjunta al final del trabajo).

descendente propiamente dicho. La separación entre las dos porciones depende del epitelio. El saco del estilete está tapizado por células altas densamente ciliadas (e.s.e., Fig. 5); células bajas con ciliatura raleada revisten el intestino descendente (e.i., Fig. 5), en tanto crestas epiteliales (c.e., Fig. 5) forma-

das por células ciliadas de considerable altura estrangulan la luz de la porción descendente del intestino separando ambos compartimentos. Con frecuencia la luz intestinal está ocupada por partículas alimenticias, en particular frústulas de diatomeas.

El intestino ascendente (i.a., Fig. 1) comprende desde la doble asa intestinal hasta la porción medio dorsal de la glándula digestiva. El primer tramo transcurre entre el extremo distal del intestino descendente (i.d., Fig. 1) y el músculo aductor (m.a., Fig. 1), ligeramente a la izquierda del primero y siempre embebido en el tejido gonadal (porción femenina). En la región masculina de la gónada (porción proximal de la misma), el intestino ascendente se interna en el órgano reproductor, pasa luego al lado derecho del intestino descendente y atraviesa finalmente la glándula digestiva alcanzando el borde dorso-posterior de la misma. En corte transversal, la sección del intestino ascendente es circular e histológicamente similar a la porción descendente, aunque sin la presencia de saco del estilete ni crestas epiteliales. En *Pecten maximus* el intestino (ascendente y descendente) describe un recorrido similar pero sin doble asa y en *Chlamys opercularis*, el intestino no alcanza la región femenina de la gónada (Dakin 1909).

El recto o intestino posterior (rct., Fig. 1) se inicia en el extremo superior de la porción ascendente, se dirige ligeramente a la izquierda y luego hacia la porción ventral del cuerpo, atravesando la cavidad pericárdica (pec., Figs. 1 y 7) a nivel del ventrículo (v., Figs. 1 y 7). El recto continua luego adosado a la cara posterior del músculo aductor (m.a., Fig. 1) y de su complemento (m.a', Fig. 1), hasta finalizar en el ano (a., Fig. 1), ubicado a la altura del borde inferior del aductor hacia el extremo distal de la gónada. El ano está rodeado por un labio prominente semejante al descrito en *Pecten maximus* (Dakin 1909). El epitelio que tapiza internamente al recto es similar al resto del intestino.

## SISTEMA CARDIO-VASCULAR

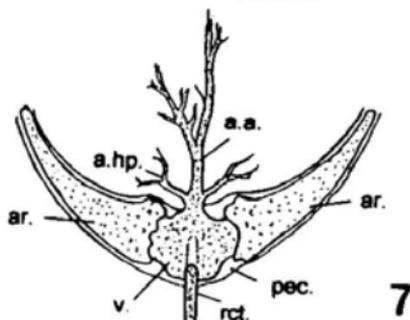
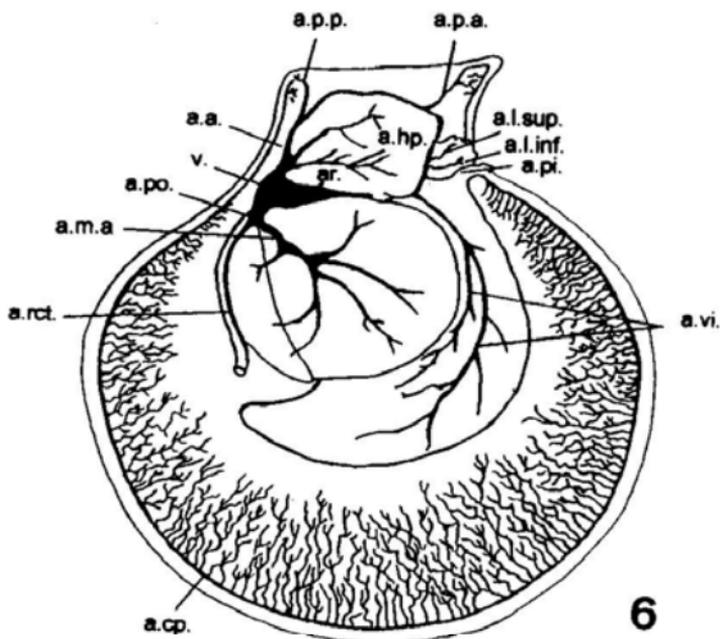
El sistema circulatorio de la "vieyra tehuelche" es abierto como en todos los bivalvos descritos hasta el presente. La condición de "abierto" deriva de una fracción del sistema venoso (senos venosos), en tanto la hemolinfa arterial y parte de la venosa, incluyendo la microcirculación, circulan por vasos bien desarrollados.

## CORAZÓN

El corazón se ubica en la porción posterior del músculo aductor, inmediatamente por debajo de la glándula digestiva. Está contenido en la cavidad pericárdica (pec., Figs. 1 y 7), la que a su vez guarda estrecha relación con los lóbulos del manto.

El corazón posee un ventrículo (v., Figs. 1 y 7) y dos aurículas (ar., Figs. 1 y 7). El primero es una saco de forma compleja, con dos proyecciones laterales que comunican con las aurículas y un cuerpo central elongado en sentido longitudinal, atravesado por el recto (rct., Fig. 7); se comunica adelante con la aorta anterior (a.a., Fig. 7) y atrás, por debajo del recto, con la arteria posterior (a.po., Fig. 6). El ventrículo tiene aspecto esponjoso y está provisto de abundantes fibras musculares, especialmente transversales.

Las aurículas (ar., Figs. 1 y 7) son dos sacos alargados ubicados a ambos lados de la masa visceral, que se extienden desde el ventrículo (v., Fig. 1) hasta los riñones (r., Fig. 1), entre la glándula digestiva (hp., Fig. 1) y el músculo aductor (m.a., Fig. 1). Los extremos de las aurículas que están comunicados con el ventrículo son más anchos que los extremos contiguos a los riñones. En la unión entre aurículas y ventrículo se observa una banda de fibras musculares circulares



Figs. 6 y 7. *Aequipecten tehuelchus*. Sistema circulatorio. Fig. 6: sistema arterial. Fig. 7: vista dorsal del corazón. (Abreviaturas en lista adjunta al final del trabajo).

que recuerda las válvulas aurículo-ventriculares descritas en otros pectinidos (Dakin, 1909). Fibras musculares atraviesan la cavidad de las aurículas de manera similar al ventrículo. La pared de las aurículas tiene aspecto irregular, con abundantes protuberancias papiloides. Jones (1983) describió estas papilas como sitios de ultrafiltración de

la hemolinfa que pasa desde las aurículas a los riñones a través de los canales reno-pericárdicos, previo paso por las denominadas glándulas auriculares o pericárdicas ubicadas en aurículas y pericardio y formadas también por papilas. Según Beninger & Le Penec (1991), la pared auricular capta residuos nitrogenados, en tanto la cavidad peri-

cárdica sirve como reservorio del ultrafiltro auricular.

Un mecanismo de volúmenes compensados derivado de contracciones alternadas del ventrículo y las aurículas, coordinadas, a su vez, por estímulos fundamentalmente mecánicos, regularía los latidos cardíacos (Uesaka *et al.*, 1987). El corazón de *A. tehuelchus* late entre 16 y 20 veces por minuto. Este ritmo cardíaco es similar al reportado por Brand & Roberts (1973) en *Pecten maximus* y superior a los 5-10 latidos/minuto registrados en *Placopecten magellanicus* por Thompson *et al.* (1980).

#### SISTEMA ARTERIAL

Del ventrículo (v., Fig. 6) parten los dos vasos más importantes: la aorta anterior (a.a., Fig. 6) y la posterior (a.po., Fig. 6). La primera recorre dorsalmente la porción media de la glándula digestiva, desde la región posterior de la misma hasta su cara anterior. En su trayecto la aorta anterior se bifurca varias veces a uno y otro lado de la glándula digestiva, originando proyecciones laterales menores, de las cuales las más importantes se denominan arterias hepáticas (a.hp., Fig. 6). Estas últimas distribuyen la sangre arterial a la glándula digestiva y estómago. De la aorta anterior surge, en la región posterodorsal del manto, la arteria paleal posterior (a.p.p., Fig. 6), que se desprende de la primera a la altura de la región posterodorsal de la glándula digestiva. Drew (1906) describió un origen similar para la arteria paleal posterior de *Placopecten magellanicus* (= *Pecten tenuicostatus*), en tanto Dakin (1909) indicó que la arteria paleal posterior de *Pecten maximus* se inicia en la aorta posterior.

Antes de que la aorta anterior alcance la región oral, se origina la arteria paleal anterior (a.p.a., Fig. 6) que irriga la porción

anterodorsal del manto. En la zona oral se distinguen las arterias labiales inferior y superior (a.l.inf. y a.l.sup. respectivamente, Fig. 6) y otra que irriga el pie (a.pi., Fig. 6). La sangre oxigenada es conducida luego hacia la gónada e intestino a través de las arterias viscerales (a.vi., Fig. 6).

Al salir del ventrículo, la arteria posterior se divide en dos vasos: la arteria del músculo aductor (a.m.a., Fig. 6) y la del intestino posterior o recto (a.rct., Fig. 6). La primera se dirige hacia el centro de la masa muscular alcanzando al músculo aductor complementario (m.a', Fig. 1); la segunda sigue al recto ubicada entre este último y el músculo aductor complementario.

Las arterias paleales anterior y posterior (a.p.a. y a.p.p., Fig. 6) se bifurcan al abandonar el rafe o istmo del manto, originando la arteria circumpaleal en cada lóbulo del manto (a.cp., Fig. 6). Cada una se ubica a escasos milímetros del borde del manto, siguiendo la forma semicircular de los lóbulos del mismo. De cada arteria circumpaleal se originan numerosos vasos delgados hacia el resto del manto.

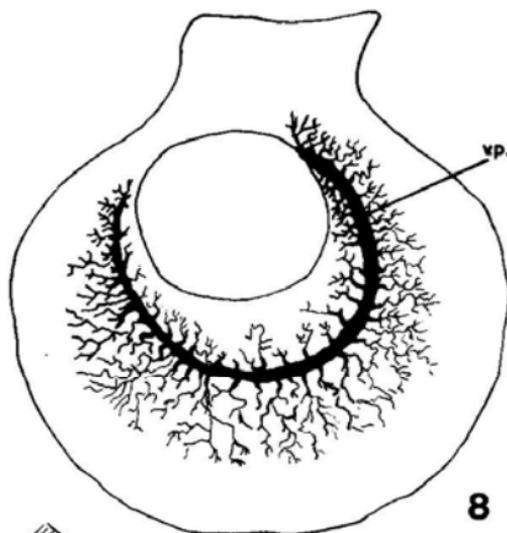
#### SISTEMA VENOSO

El sistema venoso (Figs. 8, 9 y 10) está formado básicamente por senos que rodean al músculo aductor: el dorsal (s.v.d., Fig. 10), el ventral (s.v.v., Figs. 9 y 10) y dos senos longitudinales (s.v.l., Fig. 9). Existen además espacios lagunares diseminados en el tejido conectivo.

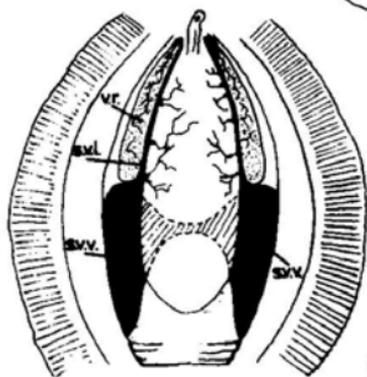
El seno dorsal (s.v.d., Fig. 10) se ubica entre el aductor y el pericardio y se extiende desde el borde dorsal del músculo aductor complementario hasta el extremo proximal de los riñones, con los que está comunicado. En todo su recorrido el seno

venoso dorsal recibe sangre de la porción dorsal del músculo aductor (v.m.a., Fig. 10). En su extremo anterior, el seno venoso dorsal recibe hemolinfa proveniente del estómago y de la glándula digestiva a través de conspi-

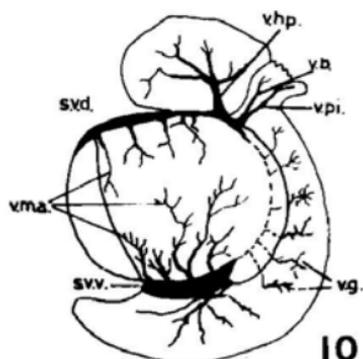
cuas venas hepáticas (v.hp., Fig. 10). Anteriormente, a la altura de su comunicación con los riñones, el seno venoso dorsal recibe las venas provenientes de la boca (v.b., Fig. 10) y del pie (v. pi., Fig. 10).



8



9



10

Figs. 8, 9 y 10. *Aequipecten tehuelchus*. Sistema venoso. Fig. 8: lóbulo del manto. Fig. 9: vista postero-ventral del músculo aductor y gónada mostrando los senos venosos ventrales y longitudinales. Fig. 10: disposición general. (Abreviaturas en lista adjunta al final del trabajo).

El seno ventral (s.v.v., Figs. 9 y 10) ocupa la porción inferior del músculo aductor, desde el músculo aductor complementario hasta el extremo distal de los riñones, pasando por debajo de la gónada. Este seno tiene forma de "H" (s.v.v., Fig. 9), con dos sacos laterales que se continúan anteriormente en los dos senos longitudinales (s.v.l., Fig. 9) y una estrecha unión transversal por debajo de la gónada. El seno venoso ventral recibe principalmente la sangre proveniente de la porción ventral del músculo aductor (v.m.a., Fig. 10) y de la porción femenina (distal) de la gónada.

Los senos venosos longitudinales son dos largos sacos ubicados a cada lado de la porción anterior del aductor, entre la gónada y los riñones (s.v.l., Fig. 9). Los senos longitudinales reciben sangre proveniente de la gónada y del intestino a través del denominado plexo venoso gonadal, y se comunican anteriormente con el seno venoso dorsal y las venas renales (v.r., Fig. 9).

En el manto, la sangre proveniente de las arterias circumpaleales (una por cada lóbulo del manto) es recolectada por numerosas y delicadas venillas que desembocan en sendas venas paleales (v.p., Fig. 8) que se comunican con los vasos branquiales eferentes (ver Ciocco, 1992b), además de drenar hemolinfa a las aurículas.

Con excepción de la sangre proveniente del manto, la sangre venosa llega a los riñones a la altura del canal renopericárdico. Luego de circular por los riñones, la sangre pasa a las branquias a través de los vasos branquiales aferentes (v.b.a., Fig. 11) ubicados en ambos ejes ctenidiales (Ciocco 1992b). En las branquias la sangre recorre el área respiratoria de los filamentos principales y probablemente la porción distal del resto de

los filamentos (Ciocco, 1992b). Una vez oxigenada, la sangre retorna al corazón a través de ambos vasos branquiales eferentes; la entrada de la sangre oxigenada al corazón se produce en el extremo anterior de las aurículas. El hecho que la sangre proveniente del manto no desemboque en los riñones como el resto de la sangre venosa, sino que se incorpora directamente al resto de la sangre oxigenada, permite suponer que el epitelio paleal podría contribuir de alguna manera a oxigenar la hemolinfa que circula por los lóbulos del manto.

La sangre de *A. tehuelchus* es un líquido incoloro, prácticamente indistinguible a simple vista del agua de mar. Hemocitos de aspecto ameboide se distinguen con frecuencia en el líquido plasmático.

#### SISTEMA EXCRETOR

Los principales órganos de este sistema son los riñones (r., Figs. 1 y 11). Además, tejidos de función excretora, no ubicados en los riñones, se encuentran en la cavidad pericárdica (glándula pericárdica), en el tejido conectivo del manto, en la base de las branquias y alrededor del intestino (Dakin 1909).

Los riñones (r., Figs. 1 y 11) de *A. tehuelchus* son similares a los descritos por Dakin (1909) en *Pecten maximus*. Se trata de dos sacos alargados de tinte amarronado, ubicados a los lados de la gónada, entre la superficie anterior del músculo aductor y los ejes branquiales. La porción anterior o pericardial de los riñones se inicia a la altura del extremo anterior de las aurículas, entre el borde ventral de la glándula digestiva y la gónada (Fig. 11). Ambas regiones proximales, derecha e izquierda, se interconectan mediante la denominada rama transversal (r.t., Fig. 11). El pericardio y los riñones se comunican mediante sendos canales reno-

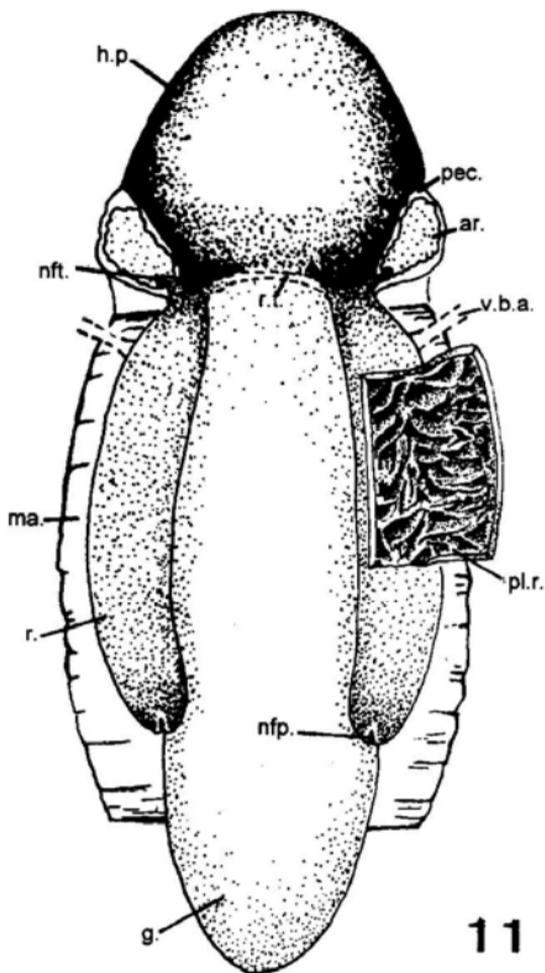


Fig. 11. *Aequipecten tehuelchus*. Situación de los riñones (esquemático). (Abreviaturas en lista adjunta al final del trabajo).

pericárdicos ciliados que desembocan en los nefrostomas (nft., Fig. 11). La porción distal de los riñones es tubular y finaliza hacia el extremo del órgano en los nefroproctos (nfp., Fig. 11), hendiduras pequeñas bordeadas por

un espesamiento blanquecino a modo de labio que sirven como apertura reno-genital.

La pared externa de los riñones es continua con la membrana que recubre la masa visceral, membrana que a su vez se

continúa a los lados de los ejes ctenidiales; por debajo de los rifones, una capa de tejido conectivo separa los mismos del aductor. La pared interna de los rifones presenta numerosos pliegues (pl.r., Fig. 11) de bordes libres o anastomosados que ocupan buena parte del espacio interno del órgano e incrementan notoriamente la superficie de filtración. Beninger & Le Pennec (1991) señalaron que, en general, células glandulares con abundantes vacuolas y microvellosidades tapizan los pliegues renales internos en pectínidos. En este grupo, la coloración amarillada de rifones y glándula pericárdica se atribuye a concreciones granulares presentes en sus células (Dakin 1909).

#### LISTA DE ABREVIATURAS USADAS

a.	: ano	g.p.	: ganglio pedal
a.a.	: aorta anterior	g.p.b.	: glándula primaria del biso
a.cp.	: arteria circumpaleal	g.v.	: ganglio visceral
a.hp.	: arteria hepática	hp.	: glándula digestiva o hepatopáncreas
a.l.inf.	: arteria del labio inferior	i.a.	: intestino ascendente
a.l.sup.	: arteria del labio superior	i.d.	: intestino descendente
a.m.a.	: arteria del músculo aductor	l.	: labios
a.p.a.	: arteria paleal anterior	l.inf.	: labio inferior
a.pi.	: arteria del pie	l.sup.	: labio superior
a.po.	: aorta posterior	m.	: manto
a.p.p.	: arteria paleal posterior	m.a.	: músculo aductor (porción principal)
ar.	: aurícula	m.a'.	: músculo aductor (porción complementaria)
a.rct.	: arteria del recto	n.b.	: nervios branquiales
a.s.	: área de selección	nfp.	: nefroprocto
a.vi.	: arterias viscerales	nft.	: nefrostoma
b.	: branquias	n.l.	: nervios laterales
bo.	: boca	n.p.	: nervios pedales
c.c.v.	: comisura cerebro-visceral	n.pa.	: nervio paleal
c.e.	: crestas epiteliales	n.pa.a.	: nervios paleales anteriores
c.s.esf.	: comisura supra-esofágica	n.pa.p.	: nervio paleal posterior
e.c.	: estilete cristalino	pec.	: cavidad pericárdica
e.d.hp.	: entrada de los ductos de la glándula digestiva	p.ep.esf.	: pliegues del epitelio del esófago
e.i.	: epitelio intestinal	pi.	: pie
e.i.d.	: entrada del intestino descendente	p.l.e.	: palpo labial externo
e.g.	: escudo gástrico	p.l.i.	: palpo labial interno
e.s.e.	: epitelio del saco del estilete	pl.r.	: pliegues renales
esf.	: esófago	r.	: riñón
est.	: estómago	rct.	: intestino posterior o recto
f.b.	: fibras bisales	r.pi.	: retractor del pie
g.	: gónada	r.t.	: rama transversal de los rifones
g.c.	: ganglio cerebral	s.a.i.	: saliente anterior izquierda del estómago
		s.d.	: saliente derecha del estómago
		s.e.	: saco del estilete
		s.p.i.	: saliente posterior izquierda del estómago
		s.o.	: surco oral
		s.v.d.	: seno venoso dorsal
		s.v.l.	: seno venoso longitudinal
		s.v.v.	: seno venoso ventral
		t.ma.	: tiflosol mayor
		t.me.	: tiflosol menor
		v.	: ventrículo
		v.b.	: vena bucal
		v.b.a.	: vaso branquial aferente
		v.g.	: venas de la gónada
		v.hp.	: vena hepática
		v.m.a.	: vena del músculo aductor
		v.p.	: vena paleal
		v.pi.	: vena del pie
		v.r.	: vena renal

## LITERATURA CITADA

- Auffret, M. 1985. Morphology comparative des types hémocytaires chez quelques Mollusques Bivalves d'intérêt commercial. Thèse de doctorat de spécialité, Université de Bretagne Occidentale, Brest, France, 115 p.
- Auffret, M. 1988. Bivalve hemocyte morphology. In: W.S. Fisher (Ed.), Disease Processes in Marine Bivalve Molluscs. American Fisheries Society, Special Publication No 18: 169-177.
- Beninger, P.G. & M. Le Pennec. 1991. Functional anatomy of scallops. In: S. Shumway (Ed.), Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture: 133-223. Elsevier Publ. Co., Amsterdam and New York.
- Beninger, P.G., Le Pennec, M. & M. Salaun. 1988. New observations of the gills of *Placopecten magellanicus* (Mollusca, Bivalvia), and implications for nutrition. *Marine Biology* 98: 61-70.
- Bernard, F.R. 1972. Occurrence and functions of lip hypertrophy in the *Anisomyaria* (Mollusca, Bivalvia). *Canadian Journal of Zoology* 50: 53-57.
- Bourne, N. 1964. Scallops and offshore fishery of the Maritimes. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 45: 1-60.
- Brand, A.R. & D. Roberts. 1973. The cardiac responses of the scallop *Pecten maximus* (L.) to respiratory stress. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 13: 29-43.
- Carmichael, N.G. & Fowler, B.A. 1981. Cadmium accumulation and toxicity in the kidney of the Bay Scallop *Argopecten irradians*. *Marine Biology* 65: 35-43.
- Chang, J.G., Matsutani, T., Mori, K. & T. Nomura. 1984. Enzyme histochemical localization of monoamine oxydase and acetylcholinesterase in the central nervous system of the scallop, *Patinopecten yessoensis*. *Marine Biological Letters* 5: 335-345.
- Christiansen, H.E. & S.R. Olivier. 1971. Sobre el hermafroditismo de *Chlamys tehuelcha* (d'Orb. 1846). *Anales de la Sociedad Científica Argentina* CXCI: 115-127.
- Ciocco, N.F. 1992a. Anatomía de la vieyra tehuelche, *Chlamys tehuelcha* (d'Orb.): valvas, ligamento y manto (Pelecypoda, Pectinidae). Neotrópica (La Plata, Argentina) 38(99): 21-34.
- Ciocco, N.F. 1992b. Anatomía de la vieyra tehuelche, *Chlamys tehuelcha* (d'Orbigny, 1846). II. Organización general, branquias, pie y aparato bisal (Bivalvia, Pectinidae). *Revista de Biología Marina* 27(1): 17-35.
- Dakin, W.J. 1909. *Pecten*. The edible scallop. *Transactions of the Liverpool Biological Society* XVII: 333-473.
- Dakin, W.J. 1910. The eye of *Pecten*. *Quarterly Journal of Microscopical Science* 55: 49-112.
- Dorange, G & M. Le Pennec. 1989. Ultrastructural study of oogenesis and oocytic degeneration in *Pecten maximus* from the Bay of St. Brieuc. *Marine Biology* 103: 339-348.
- Drew, G.A. 1906. The Habits, Anatomy and Embriology of the Giant Scallop (*Pecten tenuicostatus* Mi-giels). *The University of Maine Studies* 6: 1-71.
- Gilmour, T.H.J. 1964. The structure, ciliation and function of lip-apparatus of *Lima* and *Pecten* (Lamellibranchia). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 44: 485-498.
- Gruffydd, L.I. D. 1977. The byssus and byssus glands in *Chlamys islandica* and other scallops (Lamellibranchia). *Zoologica Scripta* 7: 277-285.

- Guttsell, J.S. 1931. Natural History of the Bay Scallop, Bulletin of the United States Bureau of Fisheries 46: 569-632.
- Henry, M. 1987. La glande digestive de la palourde méditerranéenne *Ruditapes decussatus* L. Recherches ultrastructurales, cytochimiques, écophysiques et écotoxicologiques. *Vie Marine* 1-2: 1-407.
- Jones, H.D. 1983. The circulatory systems of gastropods and bivalves. In A.S.M. Saleuddin and K.M. Wilbur (Eds.), *The Mollusca*, 5(2): 189-238, Academic Press, New York.
- Kellogg, J.L. 1892. A contribution to our knowledge of the morphology of the lamellibranchiate molluscs. *Bulletin of the United States Fisheries Commission* 10: 389-434.
- Kellogg, J.L. 1915. Ciliary mechanisms of lamellibranchs with descriptions of anatomy. *Journal of Morphology* 26: 625-701.
- Lasta, M.L. & J. Calvo. 1978. Ciclo reproductivo de la vieyra (*Chlamys tehuelcha*) del golfo San José. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 5(35): 1-42.
- Le Pennec, M., Beninger, P.G. & A. Herry. 1988. New observations of the gill of *Placopecten magellanicus* (Mollusca: Bivalvia), and implications for nutrition. II. Internal anatomy and microanatomy. *Marine Biology* 98: 229-238.
- Mathers, N. 1976. The effects of tidal currents on the rhythm of feeding and digestion in *Pecten maximus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 24: 271-283.
- Matsutani, T. & T. Nomura. 1984. Localization of monoamines in the central nervous system and gonad of the scallop *Patinopecten yessoensis*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 52:425-430.
- Olivier, S.R., Christiansen, H.E. & R. Capitoli. 1970. Notas preliminares sobre la vieyra tehuelche del golfo San Matías. Boletín informativo del Instituto de Biología Marina de Mar del Plata (Argentina) 2: 1-30.
- Overnell, J. 1981. Protein and oxalate in mineral granules from the kidney of *Pecten maximus* (L.). *Journal of Marine Biology and Ecology* 52: 173-183.
- Owen, G. 1955. Observations on the stomach and digestive diverticula of the Lamellibranchia. I. The Anisomaria and Eulamellibranchia. *Quarterly Journal of Microscopical Science* 96: 517-537.
- Pierce, M.E. 1950. *Pecten irradians*. In: F.A. Brown (ed.), *Selected Invertebrate Types*: 321-324. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Purchon, R.D. 1957. The stomach in the Fillibranchia and Pseudo-lamellibranchia. *Proceedings of the Zoological Society of London* 129: 27-60.
- Purchon, R.D. 1978. An analytical approach to a classification of the Bivalvia. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* B195: 147-284.
- Reid, R.G.B. 1965. The structure and function of the stomach in bivalve molluscs. *Journal of Zoology* 147: 156-184.
- Stasek, C.R. 1963. Synopsis and discussion of the association of ctenidia and labial palps in the bivalved mollusca. *The Veliger* 6:91-97.
- Thompson, R.S. 1977. Blood chemistry, biochemical composition, and the annual reproduction cycle in the giant scallop *Placopecten magellanicus*, from Southeast Newfoundland. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34: 2104-2116.
- Thompson, R.S., Livingstone, D.R. & A. Zwaan. 1980. Physiological and biochemical aspects of the valve snap and valve closure responses in the giant scallop *Placopecten magellanicus*. I. Physiology. *Journal of Comparative Physiology* 137: 97-104.

- Ucsaka H., Yamagishi, H. & A. Ebara. 1987. Stretch-mediated interaction between the auricle and ventricle in an oyster *Crassostrea gigas*. *Comparative Biochemistry and Physiology* **88A**: 221-227.
- Usheva, L.N. 1983. Cell histomorphology and proliferation of the posterior intestine epithelium in the Yezo scallop *Patinopecten yessoensis*. *Biologiya Morya* **3**: 17-24.
- Wojtowicz, M.B. 1972. Carbohydrases of the digestive gland and the crystalline style of the Atlantic Deep-Sea Scallop (*Placopecten magellanicus*, Gmelin). *Comparative Biochemistry and Physiology* **43A**: 131-141.
- Yonge, C.M. 1926. Structure and physiology of the organs of feeding and digestion in *Ostrea edulis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **14**: 295-386.
- Yonge, C.M. 1951. Studies on Pacific coast mollusks. III. Observations on *Hinnites multirugosus* (Gale). *University of California Publications of Zoology* **56**: 409-420.
- Zamponi, M. 1976. Estructuras histológicas de las formaciones oculares de *Chlamys tehuelcha* (d'Orb. 1846). *Revista del Museo de La Plata* **XII(117)**: 157-165.
- Zhadan, P.M. & P.G. Semenov. 1984. An electrophysiological study of the mechanoreceptive function of the abdominal sense organ of the scallop *Patinopecten yessoensis* (Jay). *Comparative Biochemistry and Physiology* **78A**: 865-870.