

## La Familia Trochidae (Mollusca: Gastropoda) en el norte de Chile: consideraciones ecológicas y taxonómicas

### The trochidae family (Mollusca : Gastropoda) in northern Chile: taxonomic and ecological considerations

DAVID VELIZ & JULIO A. VASQUEZ<sup>1</sup>

Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar  
Universidad Católica del Norte, Casilla 117, Coquimbo, Chile, <sup>1</sup> e-mail: jvasquez@ucn.cl

#### RESUMEN

Este estudio describe la diversidad, y la distribución latitudinal y batimétrica de los caracoles de la Familia Trochidae en el norte de Chile, mediante muestreos intermareales y submareales someros, realizados entre 1996 y 1999 entre Arica (18° S) y Los Vilos (31° S), y de muestras de profundidad provenientes de la pesca de arrastre del camarón nylon, *Heterocarpus reedi*. En el norte de Chile, la Familia Trochidae está representada por cuatro géneros: *Tegula* y *Diloma* de distribución intermareal y submareal somero hasta los 20 m de profundidad, y *Bathybembix* y *Calliostoma* presentes en profundidades superiores a los 200 m. El género *Tegula* tiene seis especies (*T. quadricostata*, *T. luctuosa*, *T. ignota*, *T. atra*, *T. tridentata* y *T. euryomphala*) distribuidas en sustratos rocosos intermareales y submareales someros. El género *Diloma* está representado por una especie, *D. nigerrima*, de distribución intermareal hasta pocos metros de profundidad. El género *Calliostoma* tiene dos especies *C. chilena* y *C. delli*, las que se distribuyen entre 200 y 750 m de profundidad. Finalmente, el género *Bathybembix* está representado por *B. humboldti* y *B. macdonaldi* distribuidas entre 200 y 1480 m de profundidad. Esta segregación batimétrica parece estar relacionada a las estrategias alimentarias de cada uno de los géneros de la familia Trochidae. *Diloma* y *Tegula* son herbívoros, las especies del género *Bathybembix* son alimentadoras de depósito y las de *Calliostoma* son carnívoras.

**Palabras clave:** Gastropodos, Trochidae, distribución latitudinal, distribución batimétrica, norte de Chile.

#### ABSTRACT

This study reveals the diversity, and the bathymetric and latitudinal distribution of the snails of the Trochidae family members in northern Chile, throughout the analysis of all Trochidae gastropods entailed in intertidal and subtidal (from the 'camarón nylon' fishery) samples collected during 1996 and 1999 between Arica (ca 18° S) and Los Vilos (ca 31° S). The Trochidae family in northern Chile have four genus: *Tegula* and *Diloma* that are distributed on intertidal and shallow subtidal habitats, and *Calliostoma* and *Bathybembix* which occur at depths greater than 200 m. *Tegula* have 6 species: *T. quadricostata*, *T. luctuosa*, *T. ignota*, *T. atra*, *T. tridentata*, and *T. euryomphala* are distributed on intertidal and shallow subtidal habitats. *Diloma* is a monospecific genus, whereas *D. nigerrima* is an intertidal species. The genus *Calliostoma* have two species *C. chilena* and *C. delli* occurring between 200 and 750 m depth and the *Bathybembix* with two species, *B. Humboldti* and *B. macdonaldi*, distributed between 200 and 1480 m depth. The bathymetric distribution of Trochidae shows a strong correlation with food strategy: *Diloma* and *Tegula* are herbivores, while *Bathybembix* species are deposit feeders and *Calliostoma* are carnivores.

**Key words:** Gastropods, Trochidae, latitudinal distribution, bathymetric distribution, north of Chile.

#### INTRODUCCION

La Familia Trochidae agrupa a algunos de los gastrópodos más antiguos, con registros fósiles en el Triásico medio y el Holoceno (Hickman & McLean 1990). Los organismos de esta familia se caracterizan morfológicamente por la presencia de una concha cónica con apertura redondeada y presencia de un opérculo córneo sin adición de

carbonato de calcio, multiespiro y casi circular (Keen 1971, Hickman & McLean 1990). Presentan un sistema reproductivo simple, un desarrollo con fertilización externa, y un breve estado larval planctónico lecitotrófico (Hickman 1992). Miembros de esta familia han sido registrados en todos los océanos, con una distribución batimétrica desde áreas intermareales, hasta ambientes abisales cercanos a los 3000 m de profundidad.

Aun cuando es difícil establecer el número de especies de la Familia Trochidae en Chile, existen abundantes registros para ambientes intermareales y submareales someros (Marincovich 1973), en contraste a la escasa información de especies que ocurren en ambientes submareales profundos. Algunos antecedentes autoecológicos existen sólo para aquellas especies más frecuentes y abundantes de ambientes costeros (Moreno & Sutherland 1982, Santelices et al. 1984, Vasquez & Buschmann 1997). Por el contrario, para las especies que habitan la zona arquibéntica, los antecedentes han sido aportados a través de algunos análisis de la fauna acompañante de la pesca de arrastre de peces y crustáceos (McLean & Andrade 1982).

Este trabajo analiza la diversidad de los trochidos del norte de Chile (18° - 31° S), sus características taxonómicas, el hábitat, la distribución latitudinal y batimétrica de una de las familia de moluscos gastrópodos más abundantes y frecuentes de ambientes intermareales y submareales someros. La costa de la zona norte de Chile representa aproximadamente la tercera parte de la costa del país, con características propias y únicas (ver González et al. 1998, Jaramillo et al. 1998, Vásquez et al. 1998) mostrando un continuo en la distribución de las especies marinas costeras (Lancellotti & Vásquez

1999). No obstante lo anterior, esta zona con ausencia de barreras geográficas de importancia, que promuevan quiebres en la biogeografía de los macroinvertebrados marinos costeros (Lancellotti & Vásquez 1999, 2000), está sometida a eventos naturales diarios o estacionales (eg. surgencias costeras), o interdecadales (eg., El Niño Oscilación Sur, ver Vásquez et al. 1998). En este contexto, esta contribución entrega antecedentes para la conservación y el entendimiento de la variabilidad de la biodiversidad en ambientes marinos costeros del norte de Chile.

#### MATERIALES Y METODOS

Entre junio de 1996 y enero de 1999 se realizaron muestreos intermareales y submareales en diversos puntos de la costa norte de Chile. Las localidades estudiadas y el tipo de muestreo realizado en cada una de las mismas se muestran en la Tabla 1.

La riqueza de especies, y abundancia de la Familia Trochidae en las zonas intermareales y submareales someras, se muestreó destructivamente con cuadrantes de 0,25 m<sup>2</sup>. En cada localidad se evaluó un número superior a 30 cuadrantes, extrayéndose la totalidad de los organismos presentes en cada cuadrante de muestreo. En el

TABLA 1

Distribución de localidades de estudio y tipos de muestreos en el intermareal y el submareal de cada sitio

Distribution of study localities and type of sampling on intertidal and subtidal areas

Localidad	Ubicación Geográfica (Latitud Sur)	Intermareal		Submareal		
		Cuadrante entre plantas	<i>Lessonia</i> <i>nigrescens</i>	Cuadrante entre plantas	<i>Lessonia</i> <i>trabeculata</i>	<i>Macrocystis</i> <i>integrifolia</i>
Caleta Camarones	20° 11'		X			
Caleta San Marcos	21° 18'		X			
Carolina Michilla	22° 49'			X	X	
Caleta Constitución	23° 24'			X	X	X
Santo Domingo	25° 05'			X	X	
Pan de Azúcar	26° 12'	X		X		
Flamenco	26° 30'		X		X	
Bahía Cisne	27° 15'		X			X
Puerto Viejo	27° 20'				X	
Carrizal Bajo	28° 04'			X	X	
Huasco	28° 26'			X	X	
Isla Chañaral	29° 05'	X	X	X	X	
Isla Choros	29° 12'	X	X	X	X	X
La Herradura	29° 58'	X		X		
Totalalillo	30° 02'		X		X	
San Lorenzo	30° 20'			X	X	X
Fray Jorge	31° 01'	X	X	X	X	
Talinay	31° 10'					X
Puerto Oscuro	31° 25'		X		X	
Los Vilos	31° 57'		X		X	

laboratorio, las especies fueron identificadas, contadas y medidas (largo total, apertura peristomal). Se analizó la frecuencia y la abundancia de gastrópodos en los discos de adhesión de las algas pardas (Vásquez & Santelices 1984, Vásquez et al. 2000), *Lessonia nigrescens* Bory, *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices y *Macrocystis integrifolia* Bory (N > 20 por localidad, por especie de macroalga).

Las especies de trochidos de grandes profundidades se obtuvieron de muestras de la pesquería de arrastre del "camarón nylon" *Heterocarpus reedi* Bahamonde y del "langostino amarillo" *Cervimunida johni* Porter, entre octubre y diciembre de 1994. Dado el método de recolección, no fue posible estimar la abundancia relativa de las especies de profundidad, por lo que sólo se entregan los rangos de tamaño de los individuos recolectados. La clasificación supragenérica se realizó siguiendo Haszprunar (1988), Bieler (1992) y Ponder & Lindberg (1997), y la identificación específica según Rehder (1971), Marincovich (1973), Ramirez (1976) y McLean & Andrade (1982).

#### RESULTADOS

Se recolectaron 11 especies de la Familia Trochidae, en la costa norte de Chile entre los 18° y los 31° S. De estas, seis especies pertenecen al género *Tegula*, una al género *Diloma*, dos al género *Bathybembix* y dos a *Calliostoma* (Tabla 2).

Phylum Mollusca

Clase Gastropoda Cuvier, 1797

Clado Vetigastropoda Ponder & Lindberg, 1997

Superfamilia Trochoidea Rafinesque, 1815

Familia Trochidae Rafinesque, 1815

Subfamilia Tegulinae Kuroda, Habe & Oyama, 1971

#### GENERO TEGULA LESSON, 1855

Diagnósis: Concha globosa o de forma cónica. El umbílico se presenta desde ampliamente abierto a cerrado. Concha lisa a fuertemente estriada. Base aplanada y apertura oblicua. Siempre presenta uno o más dientes en la base de la columela. El opérculo es multiespiro y su retracción es profunda.

*Tegula quadricostata* (Wood, 1828)

Diagnósis: Concha con anillos de nódulos en las espiras, dos dientes columelares y un umbílico

ancho y profundo. La concha alcanza hasta 35 mm de diámetro (Fig. 1 A).

Hábitat: Se encuentra en ambientes submareales, bajo los 16 m de profundidad, dominados por esponjas y poliquetos tubícolas como *Phragmatopoma moerchi* Kinberg. Es un gastrópodo frecuente y abundante en discos de adhesión de *Lessonia trabeculata* en todo su rango de distribución batimétrica y latitudinal. Bajo los 18 m de profundidad coexiste con *Tegula tridentata*. Las mayores abundancias (> 20 ind/planta) se registraron en discos de *Lessonia trabeculata* en Totoralillo de Coquimbo (30° 02' S) (Tabla 3).

Distribución geográfica: *Tegula quadricostata* ha sido descrita desde Arica (18° S) hasta Valparaíso (33° S) (Ramirez 1981). En este estudio se recolectaron ejemplares entre Isla Choros (29° 12' S) y la costa del Parque Nacional Fray Jorge (31° 01' S) (Tabla 3).

*Tegula atra* (Lesson, 1830)

Diagnósis: Concha de base casi plana, no umbilicada, con un diente columelar, vueltas redondeadas y lisas, y un tamaño muy superior a las otras especies de *Tegula*, llegando a medir hasta 69 mm de diámetro (Fig. 1 B, Tabla 4).

TABLA 2

#### Taxonomía de la Familia Trochidae

Taxonomy of Trochidae Family	
Familia	Trochidae Rafinesque, 1815
Subfamilia	Tegulinae Kuroda, Habe & Oyama, 1971
Género	<i>Tegula</i> Lesson, 1835
	<i>Tegula quadricostata</i> (Wood, 1828)
	<i>Tegula atra</i> (Lesson, 1830)
	<i>Tegula tridentata</i> (Potiez & Michaud, 1838)
	<i>Tegula luctuosa</i> (Orbigny, 1841)
	<i>Tegula ignota</i> (Ramirez, 1976)
	<i>Tegula euryomphala</i> (Jones, 1844)
Subfamilia	Eucyclinae Koken, 1897
Género	<i>Bathybembix</i> Crosse, 1893
	<i>Bathybembix macdonaldi</i> (Dall, 1890)
	<i>Bathybembix humboldti</i> Rehder, 1971
Subfamilia	Trochinae Rafinesque, 1815
Género	<i>Diloma</i> Philippi, 1845
	<i>Diloma nigerrima</i> (Gmelin, 1791)
Subfamilia	Calliostomatinae Thiele, 1924
Género	<i>Calliostoma</i> Swainson, 1840
	<i>Calliostoma chilena</i> Rehder, 1971
	<i>Calliostoma delli</i> McLean & Andrade, 1982

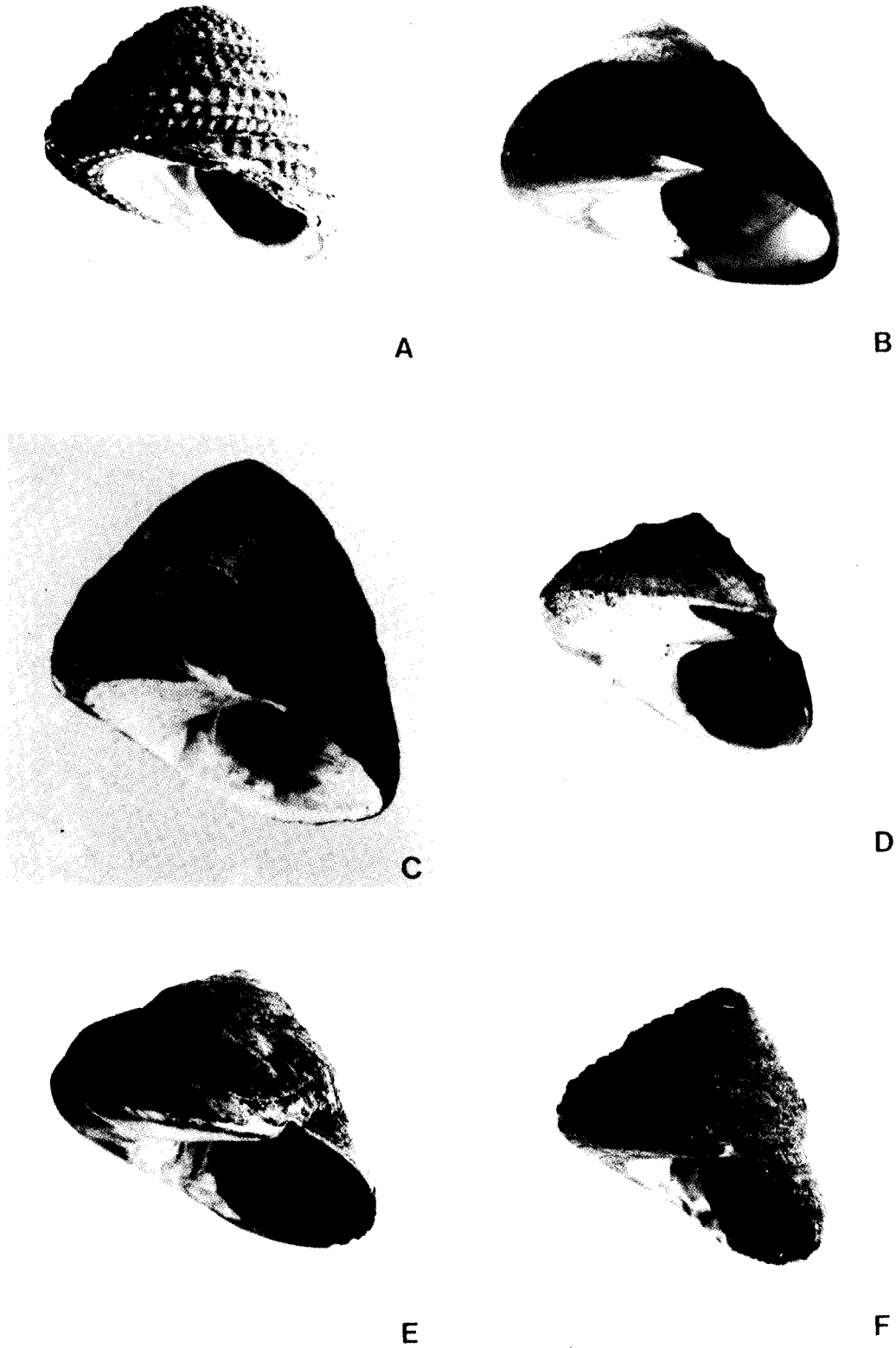


Fig. 1. Especies del género *Tegula*. (a) *Tegula quadricostata*, (b) *Tegula atra*, (c) *Tegula tridentata*, (d) *Tegula luctuosa*, (e) *Tegula euryomphala* y (f) *Tegula ignota*.

Species of the genus *Tegula*. (a) *Tegula quadricostata*, (b) *Tegula atra*, (c) *Tegula tridentata*, (d) *Tegula luctuosa*, (e) *Tegula euryomphala* and (f) *Tegula ignota*.

TABLA 3

*Tegula quadricostata*. Localidades, rango de tamaños, distribución batimétrica y densidad*Tegula quadricostata*. Localities, size range, bathimetric distribution and density (SD = Standard deviation)

Localidad	Nº organismos analizados	Rango de tamaño (mm)	Rango de Profundidad (m)	Nº ind./m <sup>2</sup> Submareal (SD)	Nº ind/planta <i>L. trabeculata</i> (SD)
Isla Choros	25	19,5 - 35,1	18 - 20	1,67 (0,37)	
La Herradura	71	20,1 - 32,0	16 - 18	2,1 (1,99)	
Totalillo	105	17,1 - 32,1			21,0 (22,75)
Fray Jorge	48	15,2 - 33,2	17 - 20	1,33 (1,25)	2,22 (3,44)

Hábitat: Se encuentra en ambientes intermareales asociada a fondos duros, a plantas de *Lessonia nigrescens*, y en fondos someros rocosos submareales a discos de adhesión de *Lessonia trabeculata*. Ha sido descrita como uno de los herbívoros bentónicos más abundantes y frecuentes de ambientes rocosos (inter y submareales) expuestos del norte de Chile (ver Vásquez & Buschmann 1997, Vásquez et al. 1998). Por ser un molusco incorporado en la pesquería artesanal, los individuos de mayores tamaños fueron recolectados en zonas de difícil acceso (eg., San Lorenzo) y de baja intervención humana (costa de la Reserva Nacional Pan de Azúcar, Reserva Nacional Pingüino de Humboldt en Isla Choros y Parque Nacional Fray Jorge) (Tabla 4).

Distribución geográfica: Esta especie ha sido registrada desde Pacasmayo Perú al Estrecho de Magallanes y la Patagonia (68° 50' S) (Carcelles & Williamson 1951). Este estudio la registra des-

de Caleta Camarones (20° 11' S) hasta Talinay (31° 10' S).

*Tegula tridentata* (Potiez & Michaud, 1838)

Diagnóstico: Concha alta, lisa con tres dientes columelares, umbílico abierto, pequeño y profundo. Alcanza tamaños máximos de 16,9 mm (Fig. 1 C).

Hábitat: Esta especie muestra las mayores abundancias entre 0 y 16 m de profundidad en todas las localidades estudiadas (Tabla 5). En ambientes intermareales coexiste con *Tegula atra*, y a mayores profundidades con *Tegula quadricostata* en los discos de adhesión de *Lessonia trabeculata*.

Distribución geográfica: Esta especie ha sido registrada desde la Bahía de Sechura Perú, al Archipiélago de Los Chonos en el sur de Chile (Marincovich 1973). Este estudio recolectó ejem-

TABLA 4

*Tegula atra*. Localidades de muestreo, rango de tamaños, distribución batimétrica y densidad (SD = Desviación estándar)*Tegula atra*. Sampling localities, size range, bathimetric distribution and density (SD = Standard deviation)

Localidad	Nº organismos analizados	Rango de tamaño (mm)	Rango de Profundidad (m)	Nº ind./m <sup>2</sup> Intermareal (SD)	Nº Ind/planta <i>L. nigrescens</i> (SD)	Nº ind./m <sup>2</sup> Submareal (SD)	Nº Ind/planta <i>M. integrifolia</i> (SD)
Caleta Camarones	20				2,4 (5,33)		
Caleta San Marcos	5				1,71 (1,48)		
Pan de Azúcar	66	5 - 69,2	0 - 10	1,25 (2,31)		1,64 (2,31)	
Flamenco	1	23			0,25 (0,43)		
Bahía Cisne	11	3,3 - 20,1			2,2 (3,92)		
Carrizal Bajo	1	54,2				0,25 (0,5)	
Isla Choros	10	3,9 - 55,5	1,0 - 5,8			0,42 (0,70)	
Totalillo	6				0,4 (1,25)		
San Lorenzo	10	41,8 - 45,9	3			0,5 (0,87)	0,1 (0,29)
Fray Jorge	12	5,6 - 65,3	1,0 - 5,0			1,21 (2,24)	
Talinay	2	12,3 - 14,9					0,33 (0,47)

plares desde Caleta Camarones (20° 11' S) hasta Los Vilos (31° 57' S).

*Tegula luctuosa* (Orbigny, 1841)

Diagnósis: Concha con un diente columelar, umbílico ancho y profundo, y dos quillas en la zona distal y superior de las espiras, siendo muy marcada en las últimas tres. Alcanza tamaños mayores a 13,2 mm (Fig. 1D).

Hábitat: Se distribuye en habitat intermareales rocosos, en grietas y en el interior de discos de adhesión de *Lessonia nigrescens*. Entre 20° y 31° S, esta especie fue registrada sólo en ambientes submareales sobre roca y en discos de algas laminariales (Tabla 6), coexistiendo con *Tegula tridentata*.

Distribución geográfica: Ramirez (1981) registra a esta especie desde Arica (18° 28' S) a Valparaíso (33° 2' S). Este trabajo registra a esta especie en numerosas localidades del rango de distribución, entre Caleta Camarones (20° 11' S) y la costa del Parque Nacional Fray Jorge (31° 01' S).

*Tegula euryomphala* (Jones, 1844)

Diagnósis: Concha alta, espiras redondeadas y lisas, con sólo un diente columelar y un umbílico

ancho y profundo (Fig. 1 E). Alcanza tamaños de hasta 28,4 mm (Tabla 7).

Hábitat: *Tegula euryomphala* se distribuye en áreas protegidas del oleaje con poco movimiento de agua, asociada a fondos de arena-conchuela (Tabla 7). Esta especie fue recolectada entre 2 y 5 m de profundidad, en una densidad promedio de  $6,5 \pm 4,2$  ind/m<sup>2</sup>.

Distribución geográfica: Aun cuando Ramirez (1981) registra a esta especie con una distribución entre Arica (18° 28' S) y Talcahuano (36° 41' S), los muestreos efectuados en este estudio sólo la registra en Bahía La Herradura, Coquimbo (30° S).

*Tegula ignota* (Ramirez, 1976)

Diagnósis. Concha con dos dientes en el borde columelar, umbílico ancho y profundo, y numerosas estrías que corren en el mismo sentido de las espiras (Fig. 1 F).

Hábitat: Esta especie posee desde su descripción pocos registros, y sólo se ha recolectado en la localidad de Totoralillo de Coquimbo (30° 02' S). A pesar de un intenso muestreo de ambientes intermareales y submareales, en este estudio sólo se recolectó un ejemplar muerto en la playa de la localidad antes mencionada (28 mm diámetro).

Distribución geográfica: Totoralillo de Coquimbo (30° 02' S) (este trabajo y Ramirez, 1976).

TABLA 5

*Tegula tridentata*. Localidades de muestreo, rango de tamaños, distribución batimétrica y densidad (SD = Desviación estandar)

*Tegula tridentata*. Sampling localities, size range, bathimetric distribution and density (SD = Standard deviation)

Localidad	Nº de organismos analizados	Rango de tamaño	Rango de Profundidad	Nº Ind/planta <i>L. nigrescens</i> (SD)	Nº ind./m <sup>2</sup> Submareal (SD)	Nº ind/planta <i>L. trabeculata</i> (SD)	Nº Ind/planta <i>M. integrifolia</i> (SD)
Caleta Camarones	214	2,0 - 13,4		1 (2,56)			
Caleta San Marcos	22			2,86 (4,29)			
Caleta Michilla	259	7,2 - 14,5	6,7 - 12		9,65 (11,29)	0,51 (1,57)	
Caleta constitución	943	2,0 - 16,0	2,0 - 9,3		5,18 (8,37)	0,86 (1,70)	2,85 (7,04)
Santo Viejo	12	2,3 - 9,0				0,2 (0,4)	
Chasco	37	7,8 - 15,8					5,29 (4,4)
Carrizal Bajo	206	1,8 - 12,9	2,4 - 6,0		3,48 (6,11)	0,18 (0,38)	
Huasco	2288	3,0 - 16,4	3,2 - 9,1		28,07 (39,21)	13,78 (32,48)	
Isla Chañaral	59	2,0 - 13,5	3,3 - 7,2		1,64 (6,07)	0,05 (0,22)	
Isla Choros	1555	2,5 - 15,1	3,9 - 18	0,1 (0,44)	11,32 (21,13)	2,45 (5,93)	0,45 (1,56)
Totoralillo	131	6,1 - 16,9				13,4 (13,02)	
San Lorenzo	1373	2,0 - 18,4	2,0 - 9,2		30,35 (32,39)	7,72 (8,44)	1,75 (3,85)
Fray Jorge	1392	7,2 - 13,1	5,0 - 7,0		18,31 (39,76)	0,88 (1,59)	
Talinay	38	6,3 - 14,1					6,33 (4,07)
Los Vilos	38	6,6 - 15,1				3,17 (6,68)	

## SUBFAMILIA EUCYCLINAE KOKEN, 1897

Género *Bathybembix* Crosse, 1893

Diagnósis. Concha grande, delgada no umbilicada. Escultura altamente variable. Apertura sin denticulación. Costillas axiales y espirales bien espaciadas, sin nodos en la intersección. Presencia de periostraco de diferente coloración. Opérculo multiespiro con un corto borde de crecimiento.

*Bathybembix macdonaldi* (Dall, 1890)

Diagnosis: Cada vuelta con dos cordones, una con cortas proyecciones espinosas y la otra con un bajo cordón nodoso cercano a la sutura superior (Fig. 2 A).

Hábitat: Desconocemos el tipo de sustrato al cual se asocia esta especie. El único ejemplar recolectado, fue extraído como fauna acompañante del recurso *Heterocarpus reedi* Bahamonde 1955 ("camarón nylon") en las cercanías de la ciudad de Coquimbo, a 300 m de profundidad (diámetro del ejemplar 34 mm).

Distribución geográfica: Esta especie ha sido recolectada entre los 200 y los 1400 m de profundidad, desde Panamá (7° 28' N) hasta Punta Topocalma en Chile (34° 7' S) (Keen 1971, McLean & Andrade 1982).

*Bathybembix humboldti* Rehder, 1971

Diagnósis: Concha con vueltas redondeadas y escultura axial baja, formada por costillas angostas en la mitad superior de la vuelta (Fig. 2 B).

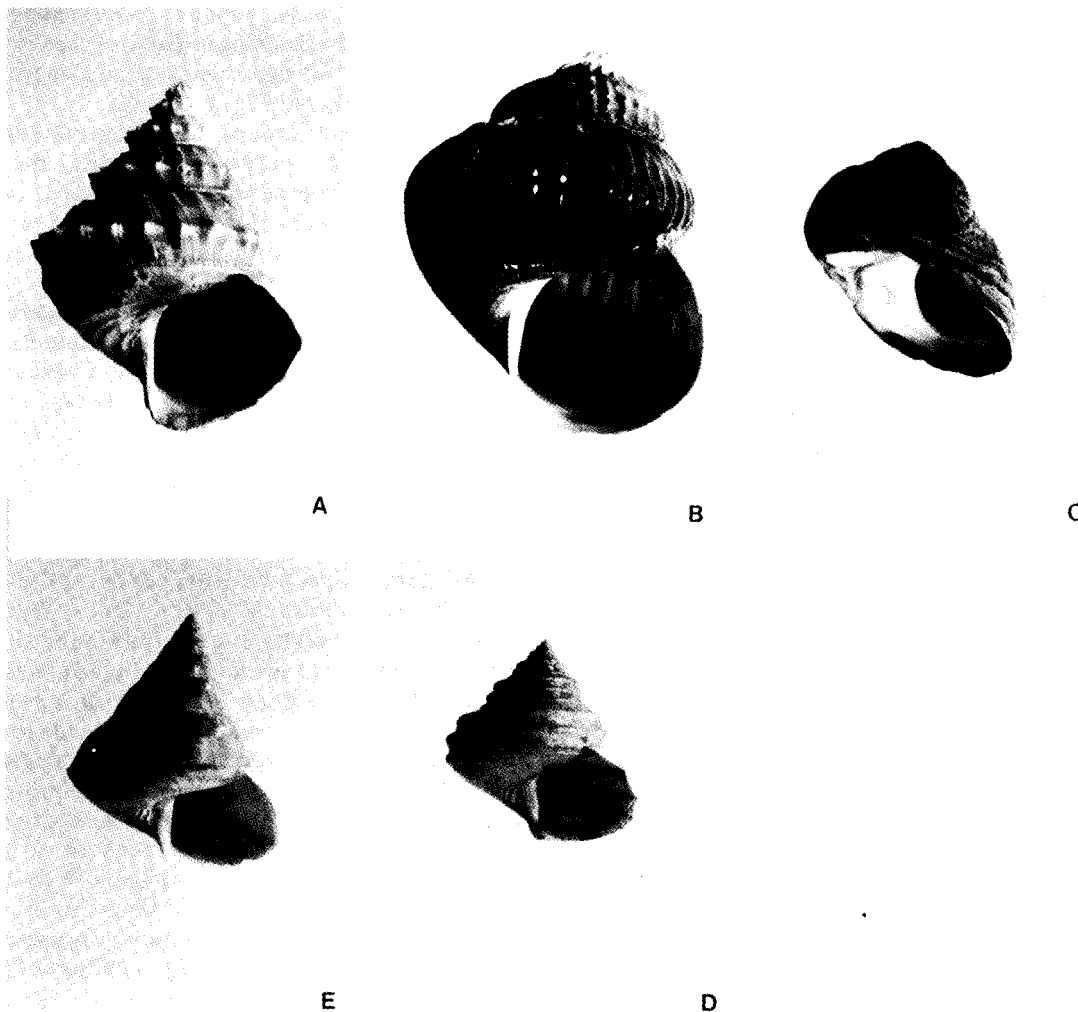


Fig.2. Especies de los géneros *Bathybembix*: (a) *Bathybembix macdonaldi*, (b) *Bathybembix humboldti*, *Diloma*: (c) *Diloma nigerrima*, y *Calliostoma* (d) *Calliostoma chilena*, (e) *Calliostoma delli*.

Species of the genus *Bathybembix*: (a) *Bathybembix macdonaldi*, (b) *Bathybembix humboldti*, *Diloma*: (c) *Diloma nigerrima*, y *Calliostoma* (d) *Calliostoma chilena*, (e) *Calliostoma delli*.

TABLA 6

*Tegula luctuosa*. Localidades de muestreo, rango de tamaños, distribución batimétrica y densidad*Tegula luctuosa*. Sampling localities, size range, bathimetric distribution and density (SD = Standard deviation)

Localidad	Nº de organismos analizados	Rango de tamaño	Rango de Profundidad	Nº Ind/planta <i>L. nigrescens</i> (SD)	Nº ind./m <sup>2</sup> Submareal (SD)	Nº ind/planta <i>L. trabeculata</i> (SD)	Nº Ind/planta <i>M. integrifolia</i> (SD)
Caleta Camarones	5			0,2 (0,6)			
Carolina Michilla	11	2,5 - 11,2	11,4		2 (4)	0,2 (0,58)	
Caleta Constitución	159	1,9 - 13,2	3,1 - 9,2		4,5 (7,52)	0,18 (0,5)	1,54 (4,71)
Chasco	21	5,8 - 7,1					0,43 (1,05)
Carrizal Bajo	25	1,5 - 12,9	2,4 - 6		3,79 (5,93)		
Isla Choros	10	3,0 - 5,6	6,7 - 7,0		1,67 (0,37)		
Fray Jorge	3	2,9 - 6,5	8,0		0,5 (1,12)		

Hábitat: Se desconoce el tipo de sustrato al cual se asocian estos organismos. Los ejemplares de esta especie se extrajeron de la fauna acompañante del camarón *Heterocarpus reedi*, por lo que debiera estar asociado a fondos blandos. El tamaño máximo de los ejemplares recolectados es de 53 mm.

Distribución geográfica: Los ejemplares de esta especie fueron obtenidos en las cercanías de Coquimbo (N= 10) a una profundidad de 300 m. Esta especie ha sido registrada desde la Isla Macabi en Perú (7° 44' S) hasta Pichilemu en Chile (34° 27' S), a profundidades entre los 200 y los 1.480 m (Rehder 1971, McLean & Andrade 1982).

## SUBFAMILIA TROCHINAE RAFINESQUE, 1815

Género *Diloma* Philippi, 1845

Diagnósis: Concha gruesa de espira baja, no umbilicada con peristoma completo. Apertura redondeada, grande y oblicua. Sin denticulación columelar.

TABLA 7

*Tegula euryomphala*. Localidades, rango de tamaño, profundidad y abundancia*Tegula euryomphala*. Localities, size range, depth and density (SD = Standard deviation)

Localidad	Rango de tamaño	Rango de Profundidad	Nº ind./m <sup>2</sup> Submareal
La Herradura	1,8 - 28,4	2-5	6,5 (4,2)

*Diloma nigerrima* (Gmelin, 1791)

Diagnósis: Concha de color negro, lisa, con espira baja, cónica, no umbilicada y una apertura redondeada y oblicua (Fig. 2 C).

Hábitat: Especie intermareal, frecuente sobre bolones de playas rocosas expuestas al movimiento de agua. Se recolectó un total de 149 individuos en Bahía La Herradura y la zona sur de la localidad de Totoralillo de Coquimbo (Tabla 8).

Distribución geográfica: Dall (1909) y Ramírez (1981) la registran desde Salaverry en Perú hasta el Estrecho de Magallanes en Chile. En este trabajo sólo fue recolectada en Bahía La Herradura y Totoralillo de Coquimbo (30' S).

## SUBFAMILIA CALLIOSTOMATINAE THIELE, 1924

Género *Calliostoma* Swainson, 1840

Diagnósis: Concha alta con apertura oblicua de forma cuadrada. No presenta diente columelar. Concha nacarada brillante en el interior. La concha es de lado plano o con vuelta redondeada y escultura variada. La base puede tener una débil depresión umbilical, la que raramente es profunda.

*Calliostoma chilena* Rehder, 1971

Diagnósis. Concha no umbilicada, espiras planas a levemente convexas, sin escultura (Fig. 2 D).

Hábitat: Se desconoce el tipo de sustrato al cual se asocia esta especie. Los ejemplares fueron obtenidos de la pesca de arrastre del "camarón nylon" *Heterocarpus reedi*. El tamaño máximo



TABLA 8

*Diloma nigerrima*. Localidades de muestreo, rango de tamaños, profundidad y abundancia*Diloma nigerrima*. Sampling localities, size range, depth and abundance (SD = Standard desviation)

Localidad	Nº de organismos analizados	Rango de tamaño	Rango de Profundidad	Nº ind./m2 intermareal (SD)
La Herradura	89	2,3 - 22,1	intermareal	16,2 (10,2)
Totalillo	63	2,0 - 23,5	intermareal	29,4 (20,8)

observado en los ejemplares recolectados fue de 25 mm de diámetro.

Distribución geográfica: Los individuos de esta especie (N = 5) fueron recolectados en la cercanía de la ciudad de Coquimbo a una profundidad de 250 m. Esta especie ha sido registrada desde el Golfo de Panamá (7° 32' N) hasta Punta Topocalma en Chile (34° 7' S), entre los 200 y los 750 m de profundidad (Rehder 1971, McLean & Andrade 1982).

*Calliostoma delli* McLean & Andrade, 1982.

Diagnóstico: Umbílico no perforado, vueltas convexas y tres cordones espirales en toda la teloncha. (Fig. 2 E).

Hábitat: Los ejemplares fueron recolectados de la fauna acompañante de la pesquería de arrastre del "camarón naylon" *Heterocarpus reedi*, por lo que esta especie podría estar asociada a fondos blandos.

Distribución geográfica: El único ejemplar obtenido de esta especie se recolectó a 300 m de profundidad en la cercanía de la ciudad de Los Vilos (diámetro 24 mm). Esta especie ha sido reportada por McLean & Andrade (1982) desde los Vilos (31° 56' S) hasta Constitución (35° 19' S), entre 200 y 450 m de profundidad.

## DISCUSION

Durante los últimos años, la Clase Gastropoda ha mostrado cambios con respecto a la clasificación supragenérica (Bieler 1992), especialmente entre los Archaeogastropoda (Bieler 1992, Hedegaard 1997, Ponder & Lindberg 1997). El Orden Archeogastropoda (Thiele 1925) ha sido reordenado en dos clados o grupos separados de acuerdo a la sistemática filogenética de los gastrópodos (Ponder & Lindberg 1997), mostrando dos líneas filogenéticas evolutivas distintas: los Patellogastropodos (Nacellidae, Acmaeidae en Chile) y los Vetigastropoda, donde se ubica actualmente la Familia Trochidae. Todos los taxa

pertenecientes a Vetigastropoda comparten un ancestro común más relacionado con *Trochus* (y *Choristella*) que con *Nerita*, *Conus* y *Helix*. Este clado incluye a Fissurelloidea, Seguenzioidea, Trochoidea, Lepetelloidea, Bellerophontoidea, Pleurotomarioidea, Haliotoidea, Scissurelloidea y Lepetodriloida (Ponder & Lindberg 1997).

Dentro de la Familia Trochidae, los estudios se han centrado principalmente en la ordenación taxonómica de las subfamilias, destacándose los aspectos filogenéticos del grupo utilizándose caracteres adicionales como protoconcha, pigmentación de la concha, opérculo y algunas partes blandas del cuerpo (ctenidio branquial, epipodio, posición de los ojos, y características bucales) (Hickman & McLean 1990). Algunas de estas características adicionales aportan una mejor visión de la diferenciación específica dentro de los trochidos, a pesar de lo conservador del grupo en este aspecto (Graham 1965).

Los caracteres diagnósticos de la concha más importantes para el reconocimiento de las especies de la Familia Trochidae, se refieren a la presencia o ausencia de umbílico, a la escultura de la última vuelta (cantidad, tipo y forma de la ornamentación), y a la cantidad de dientes de la columela. Con estos antecedentes diagnósticos, se construyó una clave dicotómica para la identificación de las especies de esta Familia presentes en ambientes intermareales y submareales del norte de Chile (Anexo I).

Considerando que en Chile sólo se ha realizado taxonomía de los trochidos utilizando caracteres morfológicos externos, es probable que existan otras especies encubiertas o variaciones morfológicas de una misma especie que no hayan sido descritas. Estas podrían ser eventualmente dilucidadas al analizar caracteres complementarios como caracteres reproductivos y genéticos. Si bien la mayor parte de las especies presentan larvas lecitotróficas, es posible encontrar algunas diferencias en el tipo de desarrollo, tamaño de huevos y tamaño y forma de la protoconcha (Hadfield & Strathmann 1990), no descartándose la presencia de poecilogonía dentro del grupo

(ver revisión de Hoagland & Robertson 1988, Bouchet 1989). Por otro lado, existen antecedentes de un complejo específico en el género *Austrocochlea* en Tasmania, revelado por el análisis de aloenzimas (Parsons 1996).

Todas las especies de la Familia Trochidae, registradas en este estudio se encuentran dentro de los rangos latitudinales y batimétricos descritos previamente. Esto parece ser el resultado de la carencia de barreras geográficas (e.g., desembocaduras de ríos de gran caudal). En este contexto, es importante resaltar que en las localidades consideradas en este estudio se registraron especies de trochidos que, aunque dentro de los límites de distribución latitudinal, no habían sido muestreadas anteriormente (Brattström & Johanssen 1983, Lancellotti & Vásquez 2000).

Luego de un análisis taxonómico más acabado, y utilizando caracteres complementarios a los morfológicos, será posible discriminar entre las especies chilenas y peruanas, algunas de las cuales presentan una alta correlación morfológica (ver Keen 1971), entre especies que coexisten batimétrica y/o latitudinalmente (e.g., *T. tridentata* y *T. luctuosa*) y especies de muy baja ocurrencia (e.g., *T. ignota*). Así también será posible discriminar entre las especies de profundidad presentes en las costas de Chile y Nueva Zelanda, las cuales presentan una marcada similitud morfológica (ver McLean & Andrade 1982).

Las recolecciones de trochidos en ambientes intermareales y submareales del norte de Chile, permite distinguir dos grupos en relación a su distribución batimétrica (Fig. 3):

(1) Especies intermareales y submareales someras pertenecientes a los géneros *Tegula* y *Diloma*. En áreas submareales someras protegidas *Tegula euryomphala* (e.g., Bahía La Herradura), y en ambientes intermareales *Diloma nigerrima*. En lugares expuestos al oleaje y al movimiento de agua, *Tegula atra* es uno de los herbívoros más frecuentes y abundantes en sustrato rocoso entre la zona intermareal y los 6 m de profundidad. Entre 0 y 18 m de profundidad *Tegula tridentata* y *Tegula luctuosa* coexisten sobre sustrato duro, y asociadas a discos de adhesión de algas pardas laminariales. A profundidades entre 16 y 18 m, *Tegula quadricostata* coexiste con *T. tridentata*. A mayor profundidad *T. quadricostata* ocurre sólo sobre sustrato duro hasta los 25-30 m (Fig. 3). En ambientes submareales expuestos del norte de Chile, *Tegula tridentata* es una de las especies más abundante y frecuente, y junto con el erizo negro *Tetrapygyus niger* Molina son los herbívoros bentónicos que generan y mantienen el sustrato rocoso dominados por algas

crustosas calcáreas (Lawrence 1975, Lawrence et al. 1996, Vásquez & Buschmann 1997).

(2) Especies de aguas profundas pertenecientes a los géneros *Bathybembix* y *Calliostoma*. *Calliostoma chilena* se distribuye entre 200 y 750 m de profundidad y *C. delli*, con una distribución más restringida, entre 200 y 450 m de profundidad. *Bathybembix macdonaldi* y *B. humboldti* presentan un mayor rango de distribución batimétrica con registros entre los 200 y los 1480 m de profundidad. Estas especies, a diferencia de las especies intermareales y de aguas someras, son de baja frecuencia de ocurrencia y abundancia. Estas especies han sido recolectadas por los artes utilizados en la pesca de arrastre, y forman parte de la fauna acompañante de la pesquería de camarones de profundidad. Muestreos dirigidos debieran estimar las abundancias relativas, como también el tipo de sustratos al cual estas especies están asociadas. Desde un punto de vista trófico, los géneros *Tegula* y *Diloma*, frecuentes y abundantes en ambientes rocosos intermareales y submareales someros, son fundamentalmente herbívoros ramoneadores. Estos incluyen en su dieta algas crustosas calcáreas, propágulos de algas e invertebrados, y juveniles y adultos de grandes laminariales (Watanabe 1984, Steinberg 1985, Vásquez, 1993). El género *Calliostoma* está com-

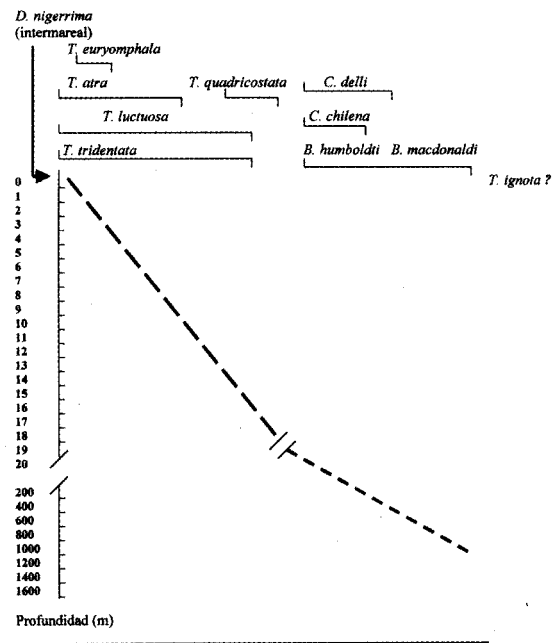


Fig. 3. Distribución batimétrica de las especies de la Familia Trochidae en el norte de Chile.

Bathimetric distribution of species (Family Trochidae) in northern Chile.

puesto por especies carnívoras que consumen corales e hidroides (Marshall 1995). En contraste, el género *Bathybembix* que incluye al trochido de aguas más profundas es un alimentador de depósito (Hickman 1981). Estas estrategias de alimentación son coincidentes con las estrategias descritas para los miembros de la Familia por Ponder & Lindberg (1997). En consecuencia, parece haber una relación entre la distribución batimétrica de los componentes específicos de estos grupos taxonómicos, el tipo de ambiente donde ocurren y la estrategia alimentaria que presentan cada una de estas especies de gastrópodos.

#### AGRADECIMIENTOS

A LM Pardo, A Vega, C Cerda y F Véliz del Laboratorio de Biodiversidad y Ecología Costera de la Universidad Católica del Norte, a O Galvez del MNHN, y a R Drolet y L Barraza por las muestras desde el pesquero Eicomar I. Estudio financiado por FONDAP O & BM, Programa Mayor N° 3, Ecología & Conservación.

#### LITERATURA CITADA

- BIELER R (1992) Gastropod phylogeny and systematics. Annual Review of Ecology and Systematics 23: 311-338.
- BOUCHET P (1989) A review of poecology in gastropods. Journal of Molluscan Studies 55: 67-78.
- BRATTSTRÖM H & A JOHANSEN (1983) Ecological and regional zoogeography of the marine benthic fauna of Chile. Sarsia 68: 289-339.
- CARCELLES AR & SI WILLIAMSON (1951) Catálogo de los moluscos marinos de la provincia Magallánica. Revista del Instituto Nacional de Investigación y Ciencias Naturales, Buenos Aires (Argentina) 2: 225-383.
- DALL WH (1909) Report on a collection of shells from Perú, with a summary of the littoral marine mollusca of the peruvian zoological province. Proceedings of the United States Natural Museum 37: 147-293.
- GRAHAM A (1965) Observations on the anatomy of some trochacean gastropods. Bulletin of Marine Science 15: 202-210.
- GONZALEZ HE, G DANERI, D FIGUEROA, JL IRIARTE, N LEFEVRE, G PIZARRO, R QUIÑONES, M SOBARZO & A TRONCOSO (1998) Producción primaria y su destino en la trama trófico pelágica y océano profundo e intercambio océano-atmósfera de CO<sub>2</sub> en la zona norte de la Corriente de Humboldt (23° S): Posibles efectos del evento El Niño, 1997-98 en Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 429-458.
- HADFIELD MG & MF STRATHMANN (1990) Heterostrophic shells and pelagic development in trochoideans: Implications for classification, phylogeny and paleoecology. Journal of Molluscan Studies 56: 239-256.
- HASZPRUNARG (1988) On the origin and evolution of major gastropod groups, with special reference to the Streptoneura. Journal of Molluscan Studies 54: 367-441.
- HEDEGAARD C (1997) Shell structures of the recent Vetigastropoda. Journal of Molluscan Studies 63: 369-377.
- HICKMAN CS (1981) Selective deposit feeding by the deep sea archaeogastropod *Bathybembix aeola*. Marine Ecology Progress Series 6: 339-342.
- HICKMAN CS (1992) Reproduction and development of trochacean gastropods. The Veliger 35: 245-272.
- HICKMAN CS & JH MCLEAN (1990) Systematic revision and suprageneric classification of trochacean gastropods. Natural History Museum of Los Angeles County Science Series N° 35: 1-169.
- HOAGLAND KE & R ROBERTSON (1988) An assessment of poecilogony in marine invertebrates: phenomenon or fantasy? Biological Bulletin 174: 109-125.
- JARAMILLO E, F CARRASCO, P QUIJON, M PINO & H CONTRERAS (1998) Distribución y estructura comunitaria de la macroinfauna bentónica en la costa norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 459-478.
- KEEN AM (1971) Sea Shells of tropical West America. Stanford University Press, Stanford, California, 1064 pp.
- LAWRENCE JM (1975) On the relationships between marine plants and sea urchins. Oceanography and Marine Biology Annual Review 13: 213-286.
- LAWRENCE JM, JA VASQUEZ, BD ROBBINS & A VEGA (1996) Lack of plasticity of the body form, Aristotle's lantern and spines of *Tetrapyrgus niger*. Gayana Oceanológica (Chile) 4: 93-97.
- LANCELLOTTI D & JA VASQUEZ (1999) Biogeographical patterns of benthic macroinvertebrates in the southeastern Pacific littoral. Journal of Biogeography 26: 1001-1006.
- LANCELLOTTI D & JA VASQUEZ (2000) Zoogeografía de macroinvertebrados bentónicos de la costa de Chile: contribución para la conservación marina. Revista Chilena de Historia Natural 73: 99-129.
- MARINCOVICH L (1973) Intertidal mollusks of Iquique, Chile. Natural History Museum Los Angeles County, Science Bulletin 16: 1-49.
- MARSHALL BA (1995) A revision of the recent *Calliostoma* species of New Zealand (Mollusca : Gastropoda : Trochoidea). The Nautilus 108: 83-127.
- MCLEAN JH & H ANDRADE (1982) Large archibenthal gastropods of central Chile: collections from an expedition of the R/V Anton Brun and the Chilean shrimp fishery. Contributions in Science 342: 1-20.
- MORENO CA & JP SUTERLAND (1982) Physical and biological processes in a *Macrocystis pyrifera* community near Valdivia, Chile. Oecologia 55: 1-6.
- PARSONS KE (1996) Discordant patterns of morphological and genetic divergence in the *Austrocochlea constricta* (Gastropoda : Trochidae) species complex. Marine & Freshwater Research 47: 981-990.

- PONDER WF & DR LINDBERG (1997) Towards a phylogeny of gastropod molluscs: An analysis using morphological characters. *Zoological Journal of the Linnean Society* 119: 83-265.
- RAMIREZ J (1976) Nueva especie de Trochidae: *Tegula ignota* nov. sp. (Gastropoda : Monodontidae). *Noticiero Mensual del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 237-238: 3-5.
- RAMIREZ J (1981) Catálogo: Moluscos de Chile. Vol. I: Archaeogastropoda. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. 178 pp.
- REHDER HA (1971) A molluscan faunule from 200 meters off Valparaiso, Chile, with descriptions of four new species. *Proceeding of Biological Society of Washington* 83: 585-596.
- SANTELICES B, JA VASQUEZ & I MENESES (1986) Patrones de distribución y dietas de un gremio de moluscos herbívoros en hábitat intermareales expuestos de Chile central. *Monografías Biológicas (Chile)* 4: 147-171.
- STEINBERG PD (1985) Feeding preferences of *Tegula funebris* and chemical defenses of marine brown algae. *Ecological Monograph* 55: 333-349.
- VASQUEZ JA (1993) Abundance, distributional patterns and diets of main herbivorous and carnivorous species associated to *Lessonia trabeculata* kelp beds in northern Chile. IV Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Publicación ocasional Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte (Chile) 2: 213-229.
- VASQUEZ JA & B SANTELICES (1984) Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 57: 131-154.
- VASQUEZ JA & A BUSCHMANN (1997) Herbivore-kelp interactions in Chilean subtidal communities: a review. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 41-52.
- VASQUEZ JA, PA CAMUS & FP OJEDA (1998) Diversidad, estructura y funcionamiento de ecosistemas costeros del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 479-499.
- VASQUEZ JA, D VELIZ & LM PARDO (en prensa) Biodiversidad bajo las grandes algas. En: Alveal K& T Antezana (eds) Sustentabilidad de la biosiversidad. Un problema actual, bases científico-técnicas, teorizaciones y perspectivas. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción.
- WATANABE JM (1984) Food preference, food quality and diets of three herbivorous gastropods (Trochidae : *Tegula*) in a temperature kelp forest habitat. *Oecologia* 62: 47-62.

Editor Asociado E. Jaramillo

Recibido el 22 de diciembre de 1999; aceptado el 21 de agosto de 2000

## ANEXO I

## Clave taxonómica para la identificación de especies de la Familia Trochidae en el norte de Chile.

Taxonomic key for the species identification of the Trochidae family in northern Chile.

- 1a.- Con uno o más dientes en la columela ..... 2  
 1b.- Sin dientes en la columela ..... 6
- 2a.- Concha con umbílico perforado ..... 3  
 2b.- Concha con umbílico no perforado. Superficie dorsal lisa. Espira baja. Escultura lisa y color externo negro. Es la especie de mayor tamaño entre las tegulas del norte de Chile *Tegula atra*
- 3a.- Superficie dorsal de la concha lisa ..... 4  
 3b.- Superficie dorsal de la concha ornamentada ..... 5
- 4a.- Espira media. Presenta sólo un diente dirigido hacia la apertura. Concha negra o violacea purpúrea ..... *Tegula euryomphala*  
 4b.- Espira alta. Presenta tres dientes dirigidos hacia la apertura. Concha negra *Tegula tridentata*
- 5a.- Espiras anguladas en su extremo distal, formando angulos medios en las espiras ..... *Tegula luctuosa*  
 5b.- Superficie de las espiras cubierta por tubérculos. El último anfracto en su cara basal presenta cuatro anillos. Coloración gris negruzca ..... *Tegula quadricostata*  
 5c.- Superficie dorsal cubierta por innumerables estrías que recorren espiralmente la concha. Color negro grisáceo ..... *Tegula ignota*
- 6a.- Espira medianamente alta ..... 7  
 6b.- Espira corta. Última vuelta notoriamente más grande que las primeras. Concha globosa deprimida de color negro a violáceo. Apertura grande, redondeada y oblicua. Labio externo cortante ..... *Diloma nigerrima*
- 7a.- Concha de tamaño moderado, de lado plano. Espira lisa o con cordones espirales ..... 8  
 7b.- Concha de tamaño grande con espira redondeada. Espiras con costillas espirales y axiales. Periostraco grueso y de color café verdoso ..... 9
- 8a.- Espira lisa y plana ..... *Calliostoma chilena*  
 8b.- Cada espira presenta tres costillas ..... *Calliostoma delli*
- 9a.- Con dos cordones espirales. Escultura axial perdida, excepto por la presencia de finos incrementos en el en el crecimiento del periostraco. Base con prominentes cordones espirales ..... *Bathybembix macdonaldi*  
 9b.- Escultura axial formada por costillas angostas en la zona superior de cada vuelta. Base casi lisa ..... *Bathybembix humboldti*