

BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

VOLUMEN 34, Número 2



Julio - Diciembre 2019
Callao, Perú



PERÚ

Ministerio
de la Producción

NOTA CIENTÍFICA / SCIENTIFIC NOTE

REGISTRO DE LOS BIVALVOS *Cyclinella subquadrata* (Hanley, 1844)
Y *Raeta undulata* (Gould, 1851) EN EL LITORAL DE LA REGIÓN
ÁNCASH, PERÚREGISTER OF BIVALVES *Cyclinella subquadrata* (Hanley, 1844) AND *Raeta undulata*
(Gould, 1851) ON THE COAST OF THE ANCASH REGION, PERUPedro Berru Paz¹Jhonatan Rios Peña¹

RESUMEN

BERRU P, RIOS J. 2019. Registro de los bivalvos *Cyclinella subquadrata* (Hanley, 1844) y *Raeta undulata* (Gould, 1851) en el litoral de la Región Áncash, Perú. Bol Inst Mar Perú. 34(2): 544-555.- Se registraron por primera vez las especies *Cyclinella subquadrata* y *Raeta undulata*, en la región Áncash-Perú, describiéndose los caracteres taxonómicos que los identifican. Se analizó: estructura de tallas, densidad relativa y algunas variables oceanográficas como temperatura (°C), oxígeno disuelto (mL/L) y salinidad (ups) en las áreas geográficas Canaco (9,85°S/78,24°W), El Dorado (9,18°S/78,56°W) y El Agua Fría (9,15°S/78,57°W). Se revisaron 49 individuos vivos de *C. subquadrata* y 11 ejemplares de *R. undulata* (4 vivos y 7 valvas simples), con tallas que variaron de 6 a 95 mm y 60 a 119 mm, respectivamente; destacando en la primera especie una importante fracción de juveniles (<22 mm) del orden del 51% como indicador de que la especie en estudio se estaría reproduciendo en niveles discretos. Sus densidades relativas fueron bajas, propias en especies raras, con valores de 1 a 18 ind./m² para *C. subquadrata* y 1 ind./m² para *R. undulata*. El 73% de las estaciones presentaron 1 ind./m² para *C. subquadrata*. La relación longitud-peso mostró un buen ajuste al modelo potencial con el coeficiente de determinación (r²) de 0,99 y crecimiento de tipo alométrico positivo (b >3,0). La ubicación de ambas especies en localidades intermedias del litoral peruano (9°S) confirmaría que no existe interrupción en su distribución.

PALABRAS CLAVE: *Cyclinella subquadrata*, *Raeta undulata*, primer registro, Áncash, Perú

ABSTRACT

BERRU P, RIOS J. 2019. Register of bivalves *Cyclinella subquadrata* (Hanley, 1844) and *Raeta undulata* (Gould, 1851) on the coast of the Ancash Region, Peru. Bol Inst Mar Peru. 34(2): 544-555.- The species *Cyclinella subquadrata* and *Raeta undulata* were registered for the first time in the Ancash Region-Peru and the taxonomic characteristics that identify them were described. Factors analyzed were: size structure, relative density, and some oceanographic variables such as temperature (°C), dissolved oxygen (mL/L), and salinity (ups) in the Canaco (9.85°S/78.24°W), El Dorado (9.18°S/78.56°W), and El Agua Fría (9.15°S/78.57°W) geographical areas. 49 live individuals of *C. subquadrata* and 11 specimens of *R. undulata* (4 live and 7 single valves) were analyzed, with sizes ranging from 6 to 95 mm and 60 to 119 mm, respectively; in the first species, an important fraction of juveniles (<22 mm), about 51%, stood out as an indicator that the species under study would be reproducing at discrete levels. Their relative densities were low, which is characteristic of rare species, with values of 1 to 18 ind./m² for *C. subquadrata* and 1 ind./m² for *R. undulata*. 73% of the stations presented 1 ind./m² for *C. subquadrata*. The length-to-weight ratio showed a good fit for the potential model with the determination coefficient (r²) of 0.99 and positive allometric type growth (b >3.0). The location of both species in intermediate localities of the Peruvian coast (9°S) would confirm that there is no interruption in their distribution.

KEYWORDS: *Cyclinella subquadrata*, *Raeta undulata*, first record, Ancash, Peru

1. INTRODUCCIÓN

El phylum Mollusca constituye el segundo filo más numeroso (después del filo artrópodos) del reino animal, habiendo logrado colonizar los más diversos hábitats y latitudes de nuestro planeta (PAREDES *et al.*, 1998). Se estiman aproximadamente 100.000 especies marinas, 35.000 terrestres y 5.000 dulceacuícolas (VAN BRUGGEN, 1995). Tiene una importancia ecológica en los diferentes ecosistemas, usándose en la alimentación humana desde tiempos remotos (BERRÚ *et al.*, 2014; PAREDES *et al.*, 1999).

1. INTRODUCTION

Phylum Mollusca is the second most numerous phylum (after the phylum Arthropoda) in the animal kingdom and has colonized the most diverse habitats and latitudes on our planet (PAREDES *et al.*, 1998). Approximately, 100,000 marine, 35,000 terrestrial, and 5,000 freshwater species are estimated (VAN BRUGGEN, 1995). It has ecological importance in the different ecosystems and has been used in human food since ancient times (BERRÚ *et al.*, 2014; PAREDES *et al.*, 1999).

¹ IMARPE, Laboratorio Costero de Chimbote. Prolongación Los Pinos s/n, La Caleta, Chimbote. pberru@imarpe.gob.pe

PAREDES *et al.* (2016) reportaron 401 especies de bivalvos para el mar peruano, siendo las familias Veneridae y Mactridae representadas por 52 y 14 especies respectivamente.

Cyclinella subquadrata se distribuye desde isla de Cedros en Baja California (28,1°N), en el golfo de California hasta el golfo de Santa Clara, Sonora (31,7°N) en México hasta Cerro Azul en Lima, Perú (13,1°S); *Raeta undulata* se distribuye de Long Beach en California, USA (33,7°N) en el Golfo de California hasta bahía Adair, Sonora (31,5°N) en México hasta caleta Chipana en Tarapacá, Chile (21,3°S) (COAN & VALENTICH-SCOTT, 2012).

Según VEGAS (1980) algunos moluscos, como *R. undulata*, interrumpen su distribución viniendo del norte entre los 4 y 7°S y reaparecen en los alrededores del puerto de Pisco (14°S) sin que se les haya señalado en localidades intermedias.

La presencia de ejemplares vivos de *C. subquadrata* y *R. undulata* en el litoral norte-centro del Perú, especies tropicales propias de la zona de transición de Paita y de la Provincia Panameña, ayudarían a explicar la introducción episódica de larvas procedentes de otras latitudes mediante eventos El Niño (EN).

En el presente estudio, se registró por vez primera, los bivalvos *Cyclinella subquadrata* y *Raeta undulata* en el litoral norte-centro del Perú, en zonas conocidas como Ensenada Canaco (9,85°S), El Dorado (9,18°S) en bahía Samanco y El Agua Fría (9,17°S) en bahía El Ferrol de la región Áncash; describiéndose, además, sus características taxonómicas y algunas variables oceanográficas de su entorno.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Las áreas y estaciones de muestreo de las especies en estudio correspondieron a la ensenada de Canaco (9,85°S/78,24°W), El Dorado en bahía Samanco (9,18°S/78,56°W) y El Agua Fría en bahía El Ferrol (9,15°S/78,57°W), ubicadas en la región Áncash (Fig. 1a, 1b, 1c).

Las muestras fueron recolectadas manualmente en el submareal arenoso en el marco de las investigaciones que realiza el Laboratorio Costero de Chimbote - IMARPE, durante el periodo comprendido entre los años 2012-2018.

PAREDES *et al.* (2016) reported 401 bivalve species for the Peruvian sea, with the families Veneridae and Mactridae represented by 52 and 14 species, respectively.

Cyclinella subquadrata is distributed from Isla Cedros in Baja California (28.1°N), in the Gulf of California to the Gulf of Santa Clara, Sonora (31.7°N) in Mexico to Cerro Azul in Lima, Peru (13.1°S); *Raeta undulata* is distributed from Long Beach in California, USA (33.7°N) in the Gulf of California to Adair Bay, Sonora (31.5°N) in Mexico to Chipana cove in Tarapacá, Chile (21.3°S) (COAN & VALENTICH-SCOTT, 2012).

According to VEGAS (1980), some mollusks, such as *R. undulata*, interrupt their distribution coming from the north between 4 and 7°S and reappear around the port of Pisco (14°S) without having been reported in intermediate localities.

The presence of live specimens of *C. subquadrata* and *R. undulata* in the north-central coast of Peru, tropical species typical of the transition zone of Paita and the Panamic Province, would help to explain the episodic introduction of larvae from other latitudes through El Niño (EN).

The bivalves *Cyclinella subquadrata* and *Raeta undulata* were registered for the first time, in this study, in the north-central coast of Peru, in areas known as Ensenada Canaco (9.85°S), El Dorado (9.18°S) in Samanco Bay, and El Agua Fría (9.17°S) in El Ferrol Bay located in the Ancash Region, in addition to describing their taxonomic characteristics and some oceanographic variables of their environment.

2. MATERIAL AND METHODS

Study area

The areas and sampling stations corresponded to the Canaco inlet (9,85°S/78,24°W), El Dorado in Samanco Bay (9,18°S/78,56°W), and El Agua Fría in El Ferrol bay (9,15°S/78,57°W), all of them located in the Ancash Region (Fig. 1a, 1b, 1c).

The staff of the IMARPE's Coastal Laboratory of Chimbote collected the samples manually in the sandy subtidal between 2012 to 2018.

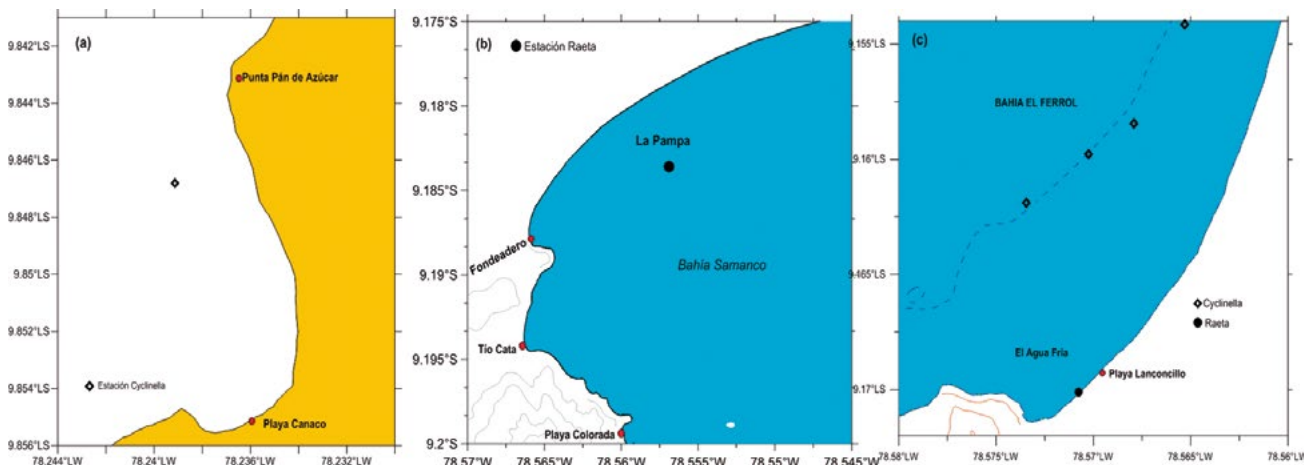


Figura 1.- Ubicación geográfica y distribución de *Cyclinella subquadrata* y *Raeta undulata* en Canaco (a), bahía Samanco (b) y bahía El Ferrol (c)

Figure 1. Geographical location and distribution of *Cyclinella subquadrata* and *Raeta undulata* in Canaco (a), Samanco Bay (b), and El Ferrol Bay (c)

Material examinado

Se obtuvieron dos tipos de muestras:

1. Ejemplares vivos de *Cyclinella subquadrata* y *Raeta undulata*, recolectados en estaciones de muestreo en mar, como fauna asociada, durante la evaluación de *Ensis macha* y *Tagelus dombeii*.
2. Valvas simples de la especie *R. undulata*, recolectadas en la playa Lanconcillo, bahía El Ferrol.

Análisis biométrico

Se analizaron 49 ejemplares vivos de *C. subquadrata*; 4 ejemplares vivos y 7 valvas simples de *R. undulata*, recolectados entre los años 2012 y 2017 para el primero y entre el 2014 y 2018 para el segundo. A cada ejemplar se le determinó longitud y peso húmedo, utilizando para ello un malacómetro y una balanza digital de 0,01 gramos de precisión.

La medida referencial (talla) fue la longitud valvar al milímetro, considerada como la máxima distancia entre los bordes anterior y posterior en ambas especies.

La composición de tallas, se determinó independientemente para cada especie y para todo el periodo estudiado, considerando intervalos de 3 mm de longitud por ser ésta la que mejor representa los grupos modales.

Se analizó la relación longitud total - peso total de todos los ejemplares, ajustándose los datos al modelo potencial descrito por la siguiente ecuación:

$$P = a \cdot L^b$$

Material examined

Two types of samples were obtained:

1. Live specimens of *Cyclinella subquadrata* and *Raeta undulata*, collected at sea sampling stations, as associated fauna, during the assessment of *Ensis macha* and *Tagelus dombeii*.
2. Single valves of the species *R. undulata*, collected at Lanconcillo beach, El Ferrol Bay.

Biometric analysis

A total of 49 live specimens of *C. subquadrata*; 4 live specimens and 7 single valves of *R. undulata*, collected between 2012 and 2017 for the former and between 2014 and 2018 for the latter were analyzed. Length and wet weight were determined for each specimen, by means of a malacometer and a digital scale with a precision of 0.01 grams.

The referential measure (size) was the valve length to the millimeter, considered as the maximum distance between the front and rear edges in both species.

The size composition was determined independently for each species and for the entire period studied, by considering intervals of 3 mm in length as this is the one that best represents the modal groups.

The total length-to-total weight ratio of all specimens was analyzed, adjusting the data to the potential model described by the following equation:

$$P = a \cdot L^b$$

Donde: P = peso en gramos, L = longitud en cm, a y b son constantes

Densidad relativa y variables oceanográficas

La densidad relativa se obtuvo en número de individuos por metro cuadrado (N° ind./m²), además se tomaron en cuenta las variables oceanográficas a nivel de fondo, en el entorno de las especies estudiadas, como temperatura con un termómetro de mercurio, oxígeno disuelto siguiendo la metodología descrita por Winkler modificada por CARRIT & CARPENTER (1966) y salinidad mediante el Método de Inducción, usando un salinómetro Portasal Guildline 8410a.

Identificación taxonómica

Para la determinación taxonómica se utilizó bibliografía especializada (COAN & VALENTICH-SCOTT 2012) y se contó con el apoyo del Doctor Eugene Coan y Paul Valentich-Scott, curadores del Museo de Historia Natural de Santa Barbara (SBMNH). El material fue conservado en líquido y en seco, debidamente rotuladas y codificadas, las mismas que se encuentran depositadas en las colecciones del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) con los códigos IMARPE 04-001803 para *Cyclinella subquadrata* con fecha del 11/04/18 e IMARPE 04-001802 para *Raeta undulata* con fecha del 08/11/18.

3. RESULTADOS

Cyclinella subquadrata

TAXONOMÍA

Phylum : Mollusca (Linnaeus, 1758)
(Cuvier, 1795)
Clase : Bivalvia (Linnaeus, 1758)
Orden : Venerida (Adams y Adams, 1856)
Superfamilia : Veneroidea (Rafinesque, 1815)
Familia : Veneridae (Rafinesque, 1815)
Género : *Cyclinella* (Dall, 1902)
Nombre científico : *Cyclinella subquadrata* (Hanley, 1844)

SINONIMIAS

Artemis subquadrata (Hanley, 1844)
Venus (Artemis) kroeyeri (R. A. Philippi, 1847)
Artemis macilenta (Reeve, 1850)
Artemis saccata (A. A. Gould, 1851)
Cyclinella galera (Pilsbry & Olsson, 1941)
Cyclinella kroeyeri ulloana (Hertlein & Strong, 1948)

Where: P = weight in grams, L = length in cm, a and b are constants

Relative density and oceanographic variables

Relative density was obtained in number of individuals per square meter (N° ind./m²), in addition oceanographic variables were considered at the bottom level, in the environment of the species studied, such as temperature with a mercury thermometer, dissolved oxygen following the methodology described by Winkler modified by CARRIT & CARPENTER (1966), and salinity by means of the Induction Method, using a Portasal Guildline 8410a salinometer.

Taxonomic identification

Specialized bibliography (COAN & VALENTICH-SCOTT 2012) was used for the taxonomic determination, with the support of Dr. Eugene Coan and Paul Valentich-Scott, curators of the Santa Barbara Museum of Natural History (SBMNH). The material was conserved in liquid and dry, properly labeled and coded and deposited in the collections of the Instituto del Mar del Perú - IMARPE with codes IMARPE 04-001803 for *Cyclinella subquadrata* dated 04/11/18 and IMARPE 04-001802 for *Raeta undulata* dated 11/04/18.

3. RESULTS

Cyclinella subquadrata

TAXONOMY

Phylum : Mollusca (Linnaeus, 1758)
(Cuvier, 1795)
Class : Bivalvia (Linnaeus, 1758)
Order : Venerida (Adams y Adams, 1856)
Superfamily : Veneroidea (Rafinesque, 1815)
Family : Veneridae (Rafinesque, 1815)
Genus : *Cyclinella* (Dall, 1902)
Scientific name : *Cyclinella subquadrata* (Hanley, 1844)

SYNONYMS

Artemis subquadrata (Hanley, 1844)
Venus (Artemis) kroeyeri (R. A. Philippi, 1847)
Artemis macilenta (Reeve, 1850)
Artemis saccata (A. A. Gould, 1851)
Cyclinella galera (Pilsbry & Olsson, 1941)
Cyclinella kroeyeri ulloana (Hertlein & Strong, 1948)

Descripción taxonómica

Externamente valva de forma variable moderadamente inflada, de subcircular a suboval, longitud igual o ligeramente superior a la altura; umbos moderadamente inflados, estrías comarginales finas y densas sobre toda la superficie, color externo crema, periostraco delgado traslúcido a bronceado, brillante a sedoso (Fig. 2).

Internamente de color blanco y liso, seno paleal de profundidad moderada, anguloso y dirigido hacia la parte dorsal entre la cicatriz del músculo abductor anterior y la charnella; cicatriz del músculo abductor posterior muy por debajo de la charnella. Lúnula demarcada por una línea delgada proyectada medianamente, estucheón ausente, ligamento profundamente hundido, extremo anterior de la línea paleal continua con pequeñas cicatrices sobre ella (Fig. 3a, b).

Taxonomic description

Externally, shell variable in shape, ovate to subquadrate, moderately inflated, length equal to or slightly greater than height; umbones only moderately inflated, fine and dense comarginal streaks over the entire surface, cream-colored exterior, thin periostracum translucent to bronze-colored, shiny to silky (Fig. 2).

Internally, white and smooth, pallial sinus of moderate depth, angular and directed towards the dorsal part between the scar of the anterior abductor muscle and the hinge; the scar of the posterior abductor muscle well below the hinge plate. Lunule demarcated by a moderately projected thin line, escutcheon absent, deeply sunken ligament, anterior end of the continuous pallial line with small scars on it (Fig. 3a, b).

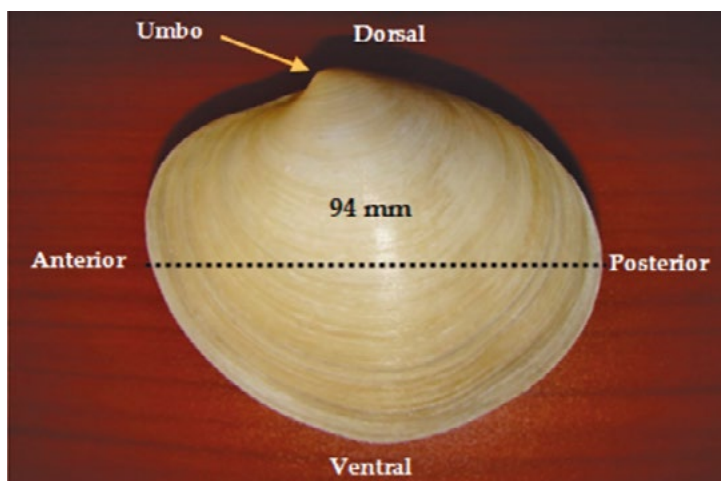


Figura 2. Vista externa, valva izquierda de *C. subquadrata*

Figure 2. External view, left valve of *C. subquadrata*

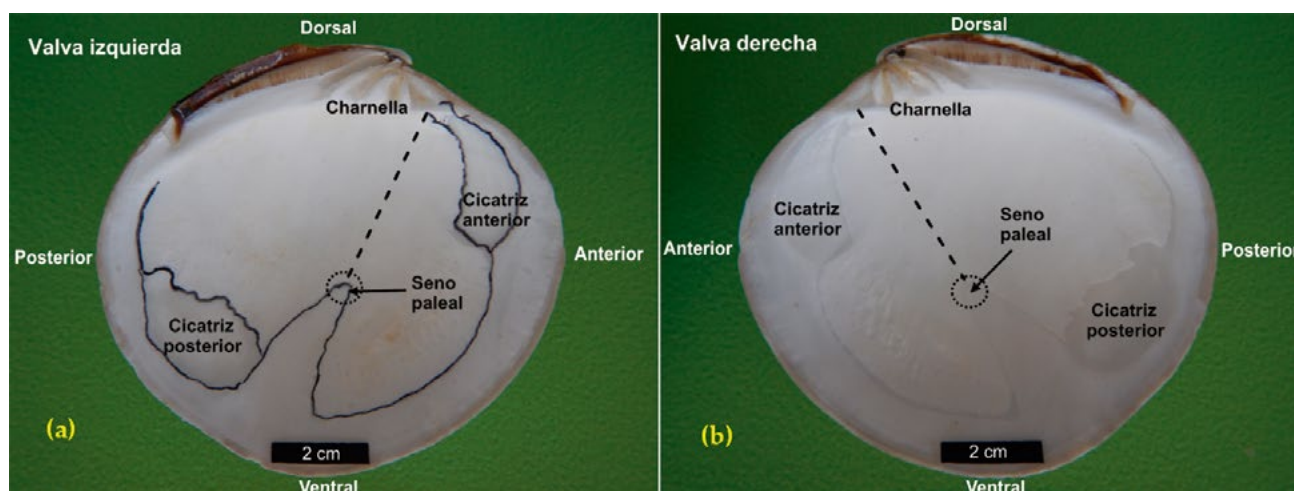


Figura 3.- Vista interna en valva izquierda (a) y derecha (b) de *C. subquadrata*

Figure 3. Internal view in left (a) and right (b) valve of *C. subquadrata*

Raeta undulata**TAXONOMÍA**

Phylum	: Mollusca (Linnaeus, 1758) (Cuvier, 1795)
Clase	: Bivalvia (Linnaeus, 1758)
Orden	: Veneroidea (Adams & Adams, 1856)
Superfamilia	: Mactroidea (Lamarck, 1809)
Familia	: Mactridae (Lamarck, 1809)
Género	: <i>Raeta</i> (Gray, 1853)
Nombre científico	: <i>Raeta undulata</i> (Gould, 1851)

SINONIMIAS

Lutraria undulata (Gould, 1851)
Raeta gibbosa (Gapp, 1869)
Labiosa (Raeta) gabbi (Pilsbry & Johnson, 1917)
L. (R.) gardnerae (Spieker, 1922)
L. (R.) hasletti (F. M. Anderson, 1929)

Descripción taxonómica

Externamente, conchas grandes, de contorno suboval trigonal, inequilaterales más largas posteriormente con el extremo anterior ampliamente redondeado. Umbos amplios, poco elevados, prosógiros; esculturas con fuertes ondulaciones concéntricas al umbo, que se debilitan ventralmente, acompañadas por diminutas estrías radiales. El borde anterodorsal un poco cóncavo y el posterodorsal estrecho, periostraco delgado, cremoso, sedoso, que se libera fácilmente (Figs. 4a, b). Las ondulaciones concéntricas terminan cerca del borde posterior a lo largo de una cresta incipiente que delimita un área posterodorsal únicamente con estrías de crecimiento y sin estrías radiales (Fig. 4c).

Raeta undulata**TAXONOMY**

Phylum	: Mollusca (Linnaeus, 1758) (Cuvier, 1795)
Class	: Bivalvia (Linnaeus, 1758)
Order	: Veneroidea (Adams & Adams, 1856)
Superfamily	: Mactroidea (Lamarck, 1809)
Family	: Mactridae (Lamarck, 1809)
Genus	: <i>Raeta</i> (Gray, 1853)
Scientific name	: <i>Raeta undulata</i> (Gould, 1851)

SYNONYMS

Lutraria undulata (Gould, 1851)
Raeta gibbosa (Gapp, 1869)
Labiosa (Raeta) gabbi (Pilsbry & Johnson, 1917)
L. (R.) gardnerae (Spieker, 1922)
L. (R.) hasletti (F. M. Anderson, 1929)

Taxonomic description

Externally, shells are large, anteriorly inflated, very thin, subtrigonal in outline. Anterior margin broadly rounded. Umbones wide, slightly elevated, prosogyrate; sculptures with strong undulations concentric to the umbones, which weaken ventrally, accompanied by tiny radial streaks. The anterior-dorsal edge is a little concave and the posterior-dorsal is narrow, periostracum is thin, creamy, silky, which is easily released (Figs. 4a, b). Concentric undulations end near the posterior edge along an incipient ridge that delimits a posterior-dorsal area with growth streaks only and without radial streaks (Fig. 4c).

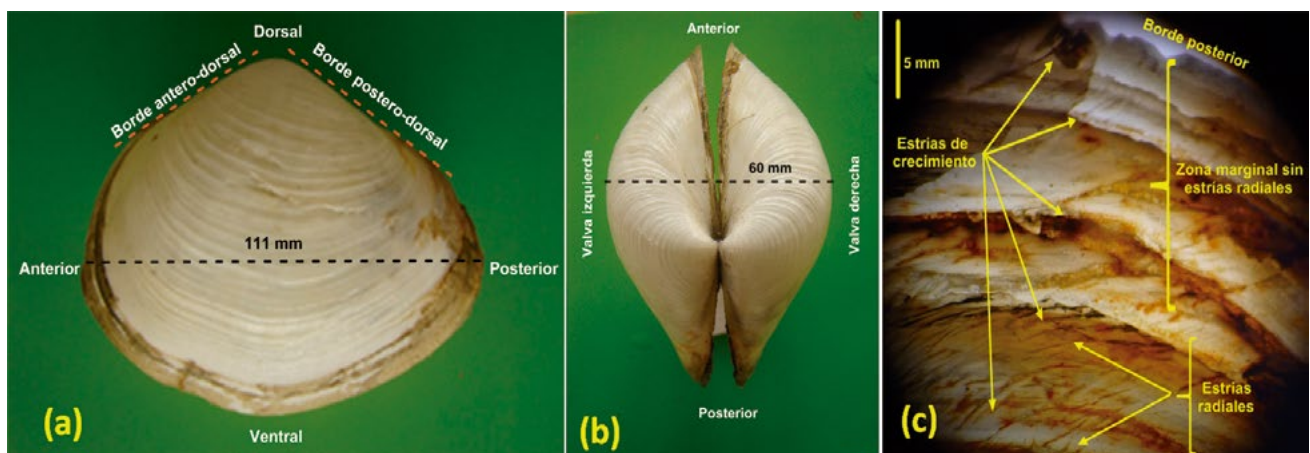


Figura 4.- Valvas externas (a y b), distribución de las estrías de crecimiento y radiales de la zona marginal posterior de la valva (c), *R. undulata*

Figure 4. External valves (a and b), distribution of growth and radial streaks of the posterior marginal zone of the valve (c), *R. undulata*

Internamente presentan coloración blanca, un seno paleal profundo con dirección al margen anterior de la valva y cuyo borde se ubica a la altura del condróforo, pasando ligeramente por el umbo (Fig. 5a). A la altura del umbo, ambas valvas presentan un diente cardinal ramificado o compuesto: en la valva izquierda una primera ramificación en forma de "v", con una columna angulosa que se acopla perfectamente a la hendidura del diente en "v" de la valva opuesta, una segunda ramificación de forma laminar que se superponen en ambas valvas al cerrarse (Fig. 5b).

Aspectos biométricos

Estadísticos descriptivos

Cyclinella subquadrata: se analizaron 49 ejemplares, obtenidos entre el 2012 y 2017, el rango de tallas varió de 6 a 95 mm de longitud total, con valor medio en 42 mm. Los ejemplares pequeños menores a 25 mm fueron ubicados en la zona de El Agua Fría (bahía El Ferrol), mientras que los más grandes se colectaron en la zona de Canaco (Culebras) (Fig. 6).

Raeta undulata: se analizaron 11 ejemplares, obtenidos entre el 2014 y 2018, sus tallas variaron de 60 a 119 mm de longitud, valor medio en 96 mm (Fig. 7).

Relación Longitud-Peso

En *C. subquadrata*, los resultados de la función que describe la relación longitud-peso total demostraron un buen ajuste al modelo potencial con valor del coeficiente de determinación (r^2) de 0,99 y con crecimiento de tipo alométrico positivo ($b > 3,0$) (Fig. 8).

Internally they are white, with a deep pallial sinus towards the front margin of the valve and whose edge is located at the height of the chondrophore, passing slightly through the umbone (Fig. 5a). At the height of the umbone, both valves have a cardinal branched or composite tooth: in the left valve a first branch in the form of a "v", with an angular column that is perfectly coupled to the cleft of the tooth in "v" of the opposite valve, a second branch in the form of laminar that overlap in both valves when they close (Fig. 5b).

Biometric aspects

Descriptive statistics

Cyclinella subquadrata: Between 2012 and 2017, 49 specimens were analyzed, ranging in size from 6 to 95 mm in total length, with a mean size of 42 mm. Small specimens under 25 mm were registered in El Agua Fría (El Ferrol Bay), while the largest ones were collected in Canaco (Culebras) (Fig. 6).

Raeta undulata: Between 2014 and 2018 11 specimens were analyzed, their sizes varied from 60 to 119 mm in length, mean size was 96 mm (Fig. 7).

Length-to-Weight Ratio

In *C. subquadrata*, the results of the total length-to-weight ratio recorded a good fit to the potential model with a determination coefficient value (r^2) of 0.99 and with positive allometric type growth ($b > 3.0$) (Fig. 8).

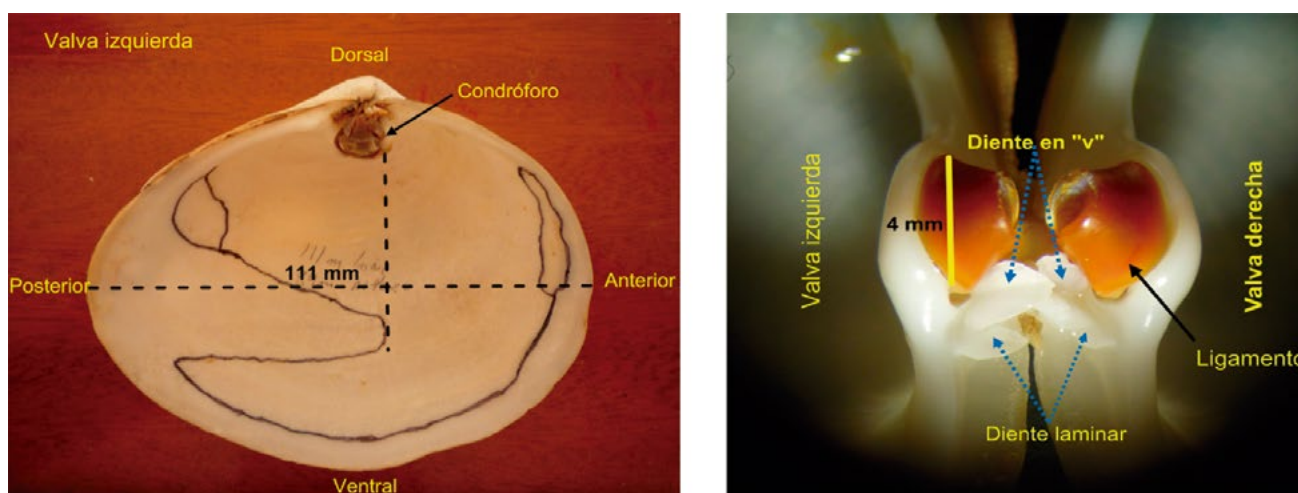


Figura 5.- Vista interna en valva izquierda (a) y disposición de los dientes en ambas valvas (b) de *R. undulata*

Figure 5. Internal view in left valve (a) and arrangement of teeth in both valves (b) of *R. undulata*

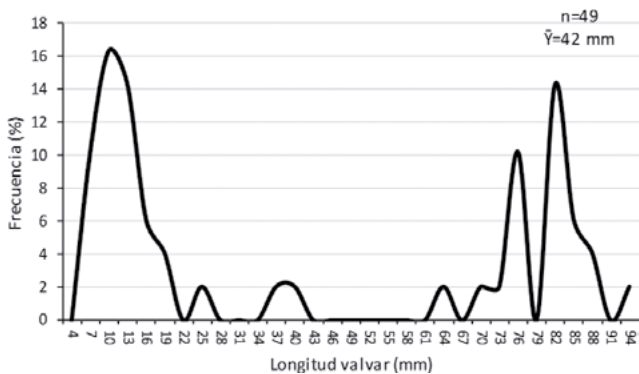


Figura 6.- Estructura de tallas de *C. subquadrata*

Figure 6. Size structure of *C. subquadrata*

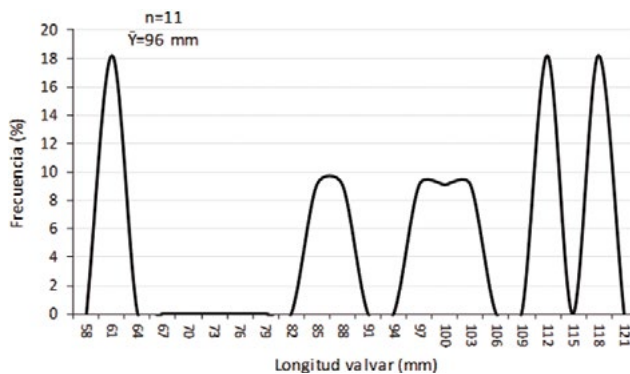


Figura 7.- Estructura de tallas de *R. undulata*

Figure 7. Size structure of *R. undulata*

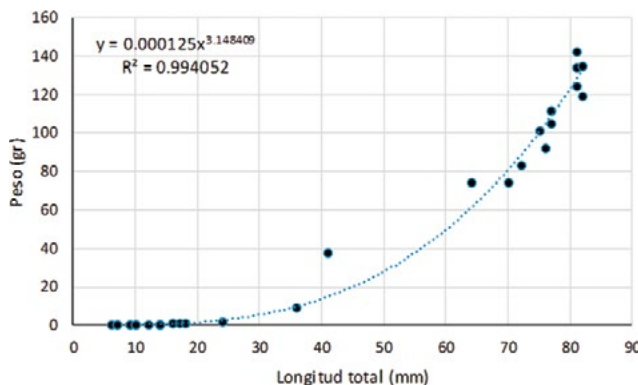


Figura 8.- Relación Longitud-peso en *C. subquadrata*

Figure 8. Length-Weight ratio of *C. subquadrata*

Densidad y variables oceanográficas

La densidad relativa registrada en *C. subquadrata* varió de 1 a 18 ind./m², mientras que en *R. undulata* fue más dispersa encontrando solo 1 ind./m². La temperatura promedio del fondo marino varió de 16,3 y 20,8 °C para cada una de las especies, respectivamente. Los valores de oxígeno disuelto fueron de 1,72 mL/L para *C. subquadrata* y de 5,22 mL/L para *R. undulata*; mientras la salinidad fue de 35,043 y 35,171 ups para cada una de las especies, respectivamente. *C. subquadrata* se ubicó a mayores profundidades (13,0 m) respecto a *R. undulata* (6,2 m) (Tabla 1).

Density and oceanographic variables

The relative density recorded for *C. subquadrata* ranged from 1 to 18 ind./m², while for *R. undulata* it was more scattered with only 1 ind./m². The seabed temperature recorded mean values of 16.3 and 20.8 °C for each species, respectively. The dissolved oxygen values were 1.72 mL/L for *C. subquadrata* and 5.22 mL/L for *R. undulata*; while the recorded salinity was 35.043 and 35.171 ups for each of the species, respectively. *C. subquadrata* was located at greater depths (13.0 m) than *R. undulata* (6.2 m) (Table 1).

Tabla 1.- Densidad y algunas variables oceanográficas registradas a nivel de fondo en entorno marino de las especies en estudio. 2014-2018

Table 1. Density and some oceanographic variables registered at the bottom of the marine environment of the species under study. 2014-2018

Especie	Variable	Densidad (Nº/m ²)	Temperatura (°C)	Oxig. Disuelto (mL/L)	Salinidad (uso)	Prof (m)
<i>C. subquadrata</i>	Min	1	14,4	0,19	34,932	5,6
	Max	18	18,7	4,02	35,077	17
	Media	2,4	16,3	1,72	35,043	13
	Desv. Est.	3,836	1,279	1,196	0,091	3,652
<i>R. undulata</i>	Min	1	20,6	4,7	35,170	6
	Max	1	21,0	5,75	35,171	6,5
	Media	1	20,8	5,22	35,171	6,2
	Desv. Est.	0	0,283	0,742	0,001	0,354

4. DISCUSIÓN

Cyclinella subquadrata y *Raeta undulata* son bivalvos propios de la infauna de la Provincia Panameña y de la zona de transición de Paita, Perú. *C. subquadrata* se distribuye desde Baja California (México) hasta Cerro Azul en Lima, Perú; mientras que *R. undulata* se distribuye desde Long Beach en California (USA) hasta caleta Chipana en Tarapacá, Chile (COAN & VALENTICH-SCOTT 2012). En el Perú, *C. subquadrata* y *R. undulata* han sido reportadas en la Reserva Nacional de Paracas (INRENA, 2002); mientras que, fósiles de *R. undulata* se han descrito en depósitos marinos del Mioceno, Plioceno y Cuaternario en las localidades de Tumbes (Punta Picos, Bocapán, Zorritos), Piura (Paita, Bayovar) e Ica (Cerro Ballena) (ROMERO *et al.*, 1995).

VEGAS-VÉLEZ (1980) manifiesta que algunos moluscos como *R. undulata* entre otros, clasificados como tropicales, interrumpen su distribución, entre 4 y 7°S, viniendo del norte, para reaparecer en los alrededores del puerto de Pisco (14°S), sin que se les haya encontrado en localidades intermedias; sin embargo, la presencia de estas especies en el litoral norte centro del Perú (9°S) para el presente estudio, confirmaría que no existe interrupción en su distribución.

La importancia de nuevos registros de bivalvos en áreas nunca antes descritas, ya sea como conchas actuales o fósiles, como es el caso de ejemplares vivo de *C. subquadrata* y *R. undulata*, pueden jugar un papel importante en la identificación de ocurrencia de eventos El Niño en el pasado (DÍAZ & ORTLIEB, 1993). El 85% de los moluscos marinos tropicales tienen una fase larval de tipo pelágico que facilita su dispersión geográfica potencial y su desarrollo y asentamiento lejos de su ambiente normal que estaría relacionado con trastornos oceanográficos que provocan la anomalía El Niño (THORSON, 1950).

El rango de tallas de *C. subquadrata* comprendida entre 6 y 95 mm, permitió resaltar la presencia de ejemplares juveniles menores de 22 mm (51%); lo que podría ser indicador de que la especie en estudio se estaría reproduciendo en niveles discretos; mientras que para *R. undulata*, con una estructura de tallas que varió de 60 a 119 mm, no se detectaron ejemplares juveniles, debido probablemente a que los muestreos realizados no coincidan totalmente con su hábitat.

4. DISCUSSION

Cyclinella subquadrata and *Raeta undulata* are bivalves typical of the infauna of the Panamic Province and the transition zone of Paita, Peru. *C. subquadrata* is distributed from Baja California (Mexico) to Cerro Azul in Lima, Peru; while *R. undulata* is distributed from Long Beach in California (USA) to Chipana cove in Tarapacá, Chile (COAN & VALENTICH-SCOTT 2012). In Peru, *C. subquadrata* and *R. undulata* have been registered in the Paracas National Reserve (INRENA, 2002); while fossil registers of *R. undulata* have been described in marine deposits of the Miocene, Pliocene, and Quaternary in the localities of Tumbes (Punta Picos, Bocapán, Zorritos), Piura (Paita, Bayovar), and Ica (Cerro Ballena) (ROMERO *et al.*, 1995).

VEGAS-VÉLEZ (1980) states that some mollusks such as *R. undulata* among others, classified as tropical, interrupt their distribution, between 4 and 7°S, coming from the north, to reappear in the surroundings of the port of Pisco (14°S), without having been found in intermediate localities; however, the presence of these species in the north-central coast of Peru (9°S) in this study would confirm that there is no interruption in their distribution.

The importance of new bivalve registers in areas never described before, whether as current shells or fossils, such as the live registers of *C. subquadrata* and *R. undulata*, may have an important role in identifying the occurrence of El Niño in the past (DÍAZ & ORTLIEB, 1993). About 85% of tropical marine mollusks have a pelagic larval stage that facilitates their potential geographic dispersion and their development and settlement far from their normal environment that would be related to oceanographic disorders that originate the El Niño anomaly (THORSON, 1950).

The size range of *C. subquadrata*, between 6 and 95 mm, allowed to stress the presence of juvenile specimens less than 22 mm (51%); this could be an indicator that it was breeding at discrete levels; while for *R. undulata*, whose size structure varied from 60 to 119 mm, no juvenile specimens were detected, possibly because the samplings conducted do not fully coincide with their habitat.

Teniendo en cuenta las densidades relativas en ambas especies, se encontraron bajas concentraciones, propias de especies raras, con valores de 1 a 18 ind./m² para *C. subquadrata* y 1 ind./m² para *R. undulata*, resaltando que para la primera especie el 73% de las estaciones presentaron 1 ind./m².

La gran dimensión (elongación) que pueden adquirir los sifones llegando a alcanzar el mismo o mayor tamaño que la longitud valvar en *R. undulata*, sugiere la forma de vida de la especie como parte de la infauna marina. Observaciones *in situ* mostraron que la especie vive enterrada en el submareal, en un sustrato de tipo arena fina con fango. Lo antedicho fue sustentado por MARSHALL (1985) quien indica que la fusión de los sifones en mayor o menor extensión es una adaptación a la excavación profunda, encontrándose en muchos heterodontos como en la familia Mactridae; similar a lo descrito para *R. undulata* (Fig. 9a). En similares condiciones de sustrato se registró a *C. subquadrata*, aunque a profundidades mayores comprendidas entre 5 y 17 m, respecto a los 6-6,5 m registrados para *R. undulata* (Fig. 9b).

Los niveles poblacionales de las especies en estudio podrían ser catalogadas como de "abundancia escasa", debido a que su distribución solo ocurre en áreas muy específicas, tal es el caso para *C. subquadrata* en Canaco y *R. undulata* en El Dorado, de 24 estaciones realizadas en cada área, solo en una se registraron las especies estudiadas, por ello, podrían ser consideradas especies "raras" en la Región.

Low concentrations, typical of rare species, with values from 1 to 18 ind./m² for *C. subquadrata* and 1 ind./m² for *R. undulata* were found when considering the relative densities in both species. For the first species, 73% of the stations presented 1 ind./m².

Siphons can reach the same or larger size than the valve length in *R. undulata*, suggesting the species' way of life as part of the marine infauna. *In situ* observations showed that the species lives buried in the subtidal, in a fine sand type substrate with mud. The above was supported by MARSHALL (1985) who indicates that the fusion of siphons in greater or lesser extension is an adaptation to deep excavation, being found in many heterodonts as in the family Mactridae; similar to what is described for *R. undulata* (Fig. 9a). *C. subquadrata* was registered in similar substrate conditions, although at greater depths between 5 and 17 m, as compared to the 6-6.5 m registered for *R. undulata* (Fig. 9a).

The population levels of the species under study could be cataloged as of "scarce abundance" since their distribution only occurs in very specific areas, such as the case for *C. subquadrata* in Canaco and *R. undulata* in El Dorado; only in one of the 24 stations sampled in each area, were registered, therefore, they could be considered as "rare" species in the Region.

In the Peruvian Province, the presence of tropical species can be attributed to the transport of

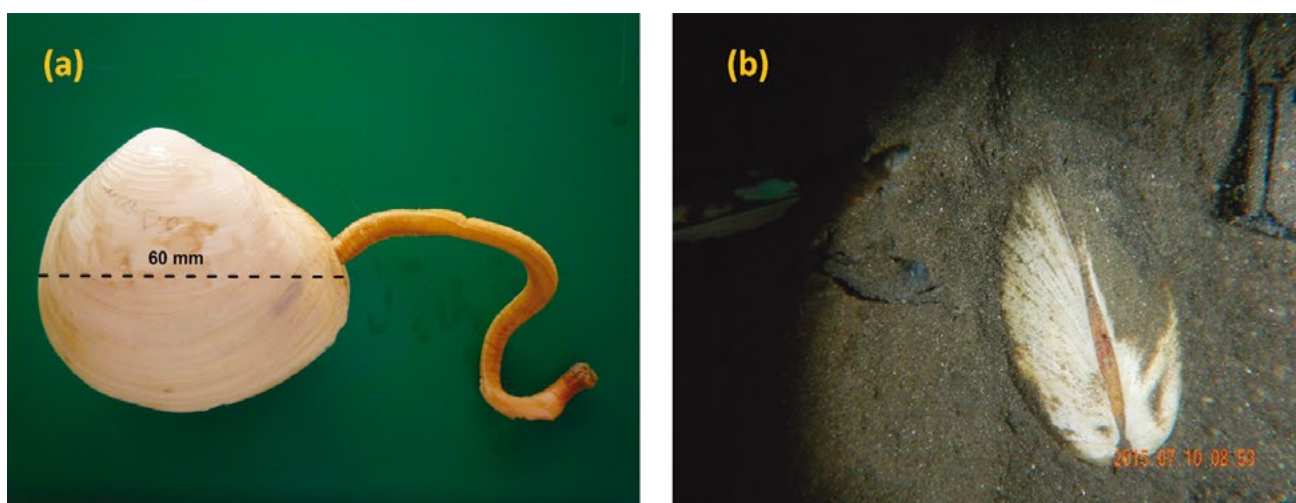


Figura 9.- Longitud del sifón en *R. undulata* (a) y nicho habitable de *C. subquadrata* (b)

Figure 9. Siphon length in *R. undulata* (a) and habitable niche of *C. subquadrata* (b)

La presencia de especies tropicales en la Provincia Peruana, se debería al transporte de sus larvas, favorecidos por las corrientes marinas que caracterizan a los eventos EN. Cabe la posibilidad que larvas de *C. subquadrata* y *R. undulata* hayan sido transportados por eventos EN producidos en las últimas décadas o más. Al respecto PAREDES *et al.* (1998) manifiestan la posibilidad que estas especies hayan encontrado "áreas de refugio" dónde desarrollarse y permanecer, presentando una distribución discontinua en la Provincia Peruana.

En bahías cerradas y semi cerradas como El Ferrol, Samanco y Canaco, debido a sus condiciones térmicas especiales como consecuencia de su configuración geográfica y dinámica de corrientes locales, los registros térmicos son mayores dentro de las bahías que en áreas expuestas anexas. Al respecto, SÁNCHEZ *et al.* (2008) registraron dentro de la bahía El Ferrol, temperaturas superiores en 2 °C. Condiciones que podrían favorecer parcialmente el éxito reproductivo de la especie si consideramos que tanto la temperatura como la disponibilidad de alimento son dos variables importantes para ello, comprobándose el desove cuando las condiciones de estas variables son adecuadas (GARCÍA, 2002).

Especies de la Provincia Panameña y de la zona intertropical como *C. subquadrata* y *R. undulata*, viven actualmente en el litoral norte centro del Perú (9°S), coexistiendo con otras especies propias de la fauna local como *Semele corrugata* y *Tagelus dombeii*.

Agradecimientos

Agradecemos a los doctores Eugene Coan y Paul Valentich-Scott curadores del Museo de Historia Natural de Santa Barbara, California, por su colaboración en la identificación de las especies en estudio.

their larvae, favored by the marine currents that characterize EN. It is likely that larvae of *C. subquadrata* and *R. undulata* have been transported by EN events produced in recent decades or more. PAREDES *et al.* (1998) express that these species may have found "refuge areas" where to develop and remain, presenting a discontinuous distribution in the Peruvian Province.

In closed and semi-closed bays such as El Ferrol, Samanco, and Canaco, given their special thermal conditions as a consequence of their geographical configuration and local current dynamics; thermal records are higher within the bays than in adjacent exposed areas. In this sense, SÁNCHEZ *et al.* (2008) recorded higher temperatures in El Ferrol Bay by 2 °C. If we consider that both temperature and the availability of food are two important variables that could partially favor the breeding success of the species and spawning is verified when the conditions of these variables are adequate (GARCÍA, 2002).

Species of the Panamic Province and the intertropical zone such as *C. subquadrata* and *R. undulata*, currently live in the north-central coast of Peru (9°S), coexisting with other species of local fauna such as *Semele corrugata* and *Tagelus dombeii*.

Acknowledgments

We would like to thank Dr. Eugene Coan and Dr. Paul Valentich-Scott, curators of the Santa Barbara Museum of Natural History, California, for their collaboration in identifying the species under study.

REFERENCIAS / REFERENCES

- BERRU P, PEREA A, GÁLVEZ M A. 2014. Primer registro de *Mactrotoma velata* (Bivalvia, Mactridae) en Ancash-Perú, aspectos biológicos y reproductivos. *The Biologist* (Lima). 12(2).
- CARRITT D E, CARPENTER J H. 1966. Comparison and Evaluation of Currently Employed Modifications of the Winkler Method for Determining Dissolved Oxygen in Seawater. NASCO Report, *Journal of Marine Research*. 24: 286 - 318.
- COAN E V, VALENTICH-SCOTT P. 2012. Bivalve seashells of tropical west America. Edit. Santa Barbara Museum of Natural History. 1258 p.
- DÍAZ A, ORTLIEB L. 1993. El Fenómeno El Niño y los Moluscos de la Costa Peruana. *Bull. Inst. Fr. Études andines*. 22(1): 159 - 177.
- GARCÍA FA. 2002. Estrategias reproductivas de bivalvos marinos en el noroeste mexicano. Tesis grado Doctor. Universidad de Colima. México. 136 p.
- INRENA. 2002. Reserva Nacional de Paracas-Plan Maestro 2003-2007. Pisco-Perú.
- MARSHALL A J, WILLIAMS W D. 1985. *Zoología Invertebrados*. 7ma ed. Editorial Reverté, S.A. México. Vol. 1: 979.
- PAREDES C, TARAZONA J, CANAHUIRE E, ROMERO L, CORNEJO O, CARDOSO F. 1998. Presencia de moluscos tropicales de la Provincia Panameña en la costa central del Perú y su relación con los eventos El Niño. *Revista peruana de biología*. 5(2): 123 - 128.
- PAREDES C, HUAMÁN P, CARDOSO F, VIVAR R, VERA V. 1999. Estado actual del conocimiento de los moluscos acuáticos en el Perú. *Revista peruana de biología*. 6(1): 5 - 47.
- PAREDES C, CARDOSO F, SANTAMARÍA J, ESPLANA J, LLAJA L. 2016. Lista anotada de los bivalvos marinos del Perú. *Revista peruana de biología*. 23(2): 127 - 150.
- ROMERO L, ALDANA M, RANGEL C, VILLAVICENCIO E, RAMÍREZ J. 1995. Fauna y flora fósil del Perú. INGEMMET. Serie D. Estudios especiales. Lima-Perú. Bol. N° 17.
- THORSON G. 1950. Reproduction and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol. Rev.* 25: 38 - 45.
- SÁNCHEZ G, OROZCO R., ENRÍQUEZ E, NOLAZCO V. 2008. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote, Perú: Evaluación Ambiental en abril y julio 2002. *Inf. IMARPE*. 35 (1).
- VAN BRUGGEN A C. 1995. Biodiversity of the Mollusca: time for a new approach. pp. 1 - 18. In A.C. van Bruggen, S.M. Wells & Th. C.M. Kemperman (eds.). *Biodiversity and conservation of the Mollusca*. Eleventh International Malacological Congress, Siena, Italy, 1992. Backhuys, Oegstgeest- Leiden, the Netherlands.
- VEGAS VÉLEZ M. 1980. Algunas consideraciones bioceanográficas sobre el Pacífico Sudoriental. *Bol. Inst. Oceanogr., S. Paulo*. 29 (2): 371 - 373.