

ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

**MACROZOOBENTONIC COMMUNITY ASSOCIATED
TO THE NATURAL BANK OF PERUVIAN SCALLOP
ARGOPECTEN PURPURATUS IN ISLA SAN
LORENZO, CALLAO, PERU**

**COMUNIDAD MACROZOOBENTÓNICA ASOCIADA
AL BANCO NATURAL DE CONCHA DE ABANICO
ARGOPECTEN PURPURATUS EN ISLA SAN
LORENZO, CALLAO, PERÚ**

Helen Ivón Zúñiga-Hurtado¹; Lorena Alvarino¹ & José Iannacone^{1,2}

-
- 1 Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA). Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad Nacional Federico Villarreal. Av. Río de Chepén s/n. El Agustino, Lima, Perú.
 - 2 Laboratorio de Parasitología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma. Av. Benavides 5440. Santiago de Surco, Lima, Perú.
Author for correspondence: E-mail. jose.iannacone@urp.edu.pe

ABSTRACT

The aim of the work was to characterize the community structure of macrozoobenthos associated with natural banks of "Peruvian scallop" *Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819) of San Lorenzo Island in the bay of Callao, Peru. To achieve the stated objective, six evaluation periods were analyzed from April 2006 to October 2008 with sea surface temperature (SST) as the main variable. The diversity was calculated inside the community on the basis of methods of species richness and of proportional distribution. A total of 78 species was identified, belonging to 10 taxonomic groups: Gastropoda 27 (34.62%), 20 Malacostraca (25.64%), 9 Bivalvia (11.54%), 8 Polychaeta (10.26%), 4 Echinoidea (5.13%), 4 Polyplacophora (5.13%), 3 Anthozoa (3.85%), 1 Holoturoidea (1.28%), 1 Ophiuroidea (1.28%), and 1 Asteroidea (1.28%). The most common types of nutrition correspond to herbivores: 17 species (21.79%), suspension feeders: 17 species (21.79%), and carnivorous predators with 26 species (33.23%). The highest density of individuals was found in February 2007 and October 2007 with totals of 796,403 and 825 000 ind·m², respectively. The highest Shannon

index value corresponds to October 2008 (H') = 1.99, the lowest in February 2007 (H') = 0.97 and October 2007 (H') = 1.15, respectively. Two main components accounted for 94.92% of the total variability, which form two clusters the first group (CP_1) explains a current community structure assessments summer - autumn (April 2006, February 2007 and March 2008) with temperatures of 19 °C, 24 °C and 20 °C and the second group (CP_2) assessments spring (October 2006 and October 2008) with temperatures of 18 °C and 17 °C). Correlation analysis densities m^2 with SST (°C), five species showed a significant correlation values: *Nassarius dentifer* (Powys, 1835), *Xanthochorus buxeus* (Broderip, 1833), *Tegula euryomphala* (Jonas, 1844), *Glycymeris ovata* (Broderip, 1832) and *Pagurus* sp Fabricius, 1775. This research provides information from an ecosystem approach allowing sustainability of the fishery resource.

Keywords: *Argopecten purpuratus* – Biodiversity – Community – Macrozoobenthos

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la estructura comunitaria de la macrofauna zoobentónica asociada a los bancos naturales de *Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819) “concha de abanico” de la Isla San Lorenzo en la bahía del Callao - Perú. Para alcanzar el objetivo planteado, se analizaron seis periodos de evaluación entre abril 2006 a octubre 2008 teniendo como principal variable la TSM (Temperatura superficial del mar). Se calculó la diversidad dentro de la comunidad en base a métodos de riqueza de especies y de distribución proporcional. Se identificaron un total de 78 especies, pertenecientes a 10 grupos taxonómicos: 27 Gastropoda (34,62%), 20 Malacostraca (25,64%), 9 Bivalvia (%11,54), 8 Polychaeta (10,26%), 4 Echinoidea (5,13%), 4 Polyplacophora (5,13%), 3 Anthozoa (3,85%), 1 Holoturoidea (1,28%), 1 Ophiuroidea (1,28%) y 1 Asteroidea (1,28%). Los tipos de nutrición más frecuente corresponden a herbívoros: 17 especies (21,79%), suspensívoros filtradores: 17 especies (21,79%), y carnívoros-depredadores con 26 especies (33,23%). La mayor densidad de individuos, se halló en febrero 2007 y octubre 2007 con sumatorias de 796.403 ind· m^2 y 825.000 ind· m^2 . El valor más alto del índice de Shannon corresponde a octubre 2008 (H') = 1,99, los más bajos a febrero 2007(H') =0,97 y octubre 2007 (H') =1,15, respectivamente. Dos componentes principales explicaron el 94,92% de la variabilidad total, el primer grupo (CP_1) explica una estructura comunitaria presente en las evaluaciones de verano - otoño (abril 2006, febrero 2007 y marzo 2008) con temperaturas de 19°C, 24°C y 20°C) y el segundo grupo (CP_2) las evaluaciones de primavera (octubre 2006 y octubre 2008) con temperaturas de 18 °C y 17°C. Del análisis de correlación densidades por m^2 con la TSM (°C), cinco especies presentaron valores de correlación significativa: *Nassarius dentifer* (Powys, 1835), *Xanthochorus buxeus* (Broderip, 1833), *Tegula*

euryomphala (Jonas, 1844), *Glycymeris ovata* (Broderip, 1832) y *Pagurus* sp. Fabricius, 1775. Este trabajo aporta información desde un enfoque ecosistémico permitiendo la sustentabilidad de la pesquería del recurso.

Palabras clave: *Argopecten purpuratus* – Biodiversidad – Comunidad – Macrozoobento

INTRODUCCIÓN

A lo largo del litoral peruano hay un total de 77 islas, en su mayoría menores de 5 ha de superficie y en su mayor parte localizadas hacia el centro y norte del país y dentro de las 12 millas del litoral. La gran diversidad biológica que presentan las islas se da, en gran medida por su configuración fisiográfica que favorece la creación de microhábitats que propician el establecimiento de especies singulares y dan lugar a un alto grado de endemismo.

La "concha de Abanico" *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) es un recurso bivalvo de importancia comercial a nivel nacional e internacional (Mendo & Wolff, 2002), que forma parte de la comunidad bentónica costera y vive sobre un sustrato sedimentario arenoso – pedregoso (Maguiña, 2004). Siendo la concha de abanico una especie de gran interés comercial y que soporta una intensa presión de pesca, es importante y necesario procurar información actualizada sobre su estado biológico en los bancos naturales con la finalidad de disponer de una visión integral sobre el estado del recurso (Mendo & Wolff, 2008; Berrú, 2013).

La producción de pectínidos en América Latina presenta grandes

fluctuaciones originadas por cambios drásticos en el ambiente y la fuerte presión pesquera que se ejerce sobre los bancos naturales. Al parecer el desarrollo de la acuicultura luego del colapso de las poblaciones naturales es una realidad, a la cual muchos científicos y administradores se ven resignados a aceptar, en un contexto en el que el manejo de las poblaciones de los ambientes naturales es ineficaz y frustrante (Mendo & Wolff, 2008).

La producción global de pectínidos se ha incrementado a paso rápido en las últimas décadas, en el 2001 la industria produjo más de 1,2 mill tn métricas, y aproximadamente 3,5 veces más que en el 1990 (Uddin, 2007; citado por Cisneros *et al.*, 2008). La concha de abanico peruana es una de las doce especies de pectínidos que se comercializan en el mercado internacional y goza de gran aceptación en países como los Estados Unidos, Japón y Europa particularmente en Francia (Cisneros *et al.*, 2008). Sin embargo, el incremento de la demanda internacional, repercute con elevadas capturas de esta especie, en las principales zonas de extracción, declinando sus poblaciones (Pacheco & Garate, 2005).

A consecuencia de los cambios ocasionados por el Niño 1982-1983, las poblaciones de concha de abanico

experimentaron una expansión y posterior declinación en su producción. Yamashiro & Mendo (1988; citado por Cisneros *et al.*, 2008). En general se asume que las condiciones propias de este fenómeno influyen positivamente en la fecundidad y baja mortalidad de *A. purpuratus*, sugiriendo que la declinación del recurso después del año 1983 se debió a la normalización de las condiciones ambientales y el aumento del esfuerzo de pesca. Estas grandes fluctuaciones en la densidad poblacional de la concha de abanico llevaron a plantear la necesidad de tener áreas de cultivos para mantener la producción. Por esta razón se intensificaron los estudios sobre la biología y ecología de esta especie, relacionados con el crecimiento de semillas, juveniles sistemas de cultivo apropiados (Mendo & Wolf, 2002; citado por Cisneros *et al.*, 2008). Desde hace dos décadas este recurso ha tenido una fuerte demanda, situación que ha generado un incremento en el esfuerzo pesquero, causando la explotación clandestina de sus bancos naturales y sobre explotación del recurso (Avendaño *et al.*, 2001).

El manejo convencional de las pesquerías se centra en una sola especie o población, suponiendo que la productividad de la pesquería depende únicamente de las características intrínsecas de la dinámica de la población del recurso objetivo. Estudios recientes han demostrado que este manejo es insuficiente, manifestando que la sustentabilidad de una pesquería se debe abarcar

desde un enfoque ecosistémico, es decir, contemplando la comunidad asociada a la población objetivo y los efectos que causarían su explotación sobre la misma (FIP, 2005). Se considera a menudo que son los componentes de la macrofauna, los que se cuantifican para indicar el estado de salud ambiental, debido a que estos organismos de fondo son relativamente sedentarios, tienen ciclos de vida largos y exhiben diferentes grados de tolerancia a los cambios climáticos (Guabloche *et al.*, 2013; Villamar, 2013; Muñiz *et al.*, 2013).

El objetivo de la presente investigación fue caracterizar la estructura comunitaria de la macrofauna zoobentónica asociada al banco natural del concha de abanico *A. purpuratus* de la Isla San Lorenzo en la bahía del Callao, Perú durante el periodo 2006-2008.

MATERIALES Y MÉTODOS

Bahía del Callao: Se encuentra ubicada a los 12°00',00" S; 77° 10'00" W, comprende 11 millas de largo entre la Punta Bernal y el cabezo Norte de la Isla San Lorenzo, con una entrante de 5 millas de fondo, está particularmente protegida de los efectos del mar y de los vientos permanentes (Alisios del SE); los efectos de estos vientos permanentes son débiles dentro de la bahía, haciendo que esta sea invariablemente tranquila; pero los efectos del oleaje procedente casi en forma constante del Occidente, atacan la costa y la induce a producir

olas superficiales en todas las playas expuestas. La bahía comprende un banco de piedra y cascajo denominado el Camotal que se extiende entre la Punta y la Isla San Lorenzo en dirección WSW (HIDRONAV, 1999ab).

La isla San Lorenzo: Está ubicada a los 12°05'00S, 77°13,5 W, constituye una enorme baliza natural, visible a más de 30 millas mar afuera. Esta isla tiene 4 ½ millas de longitud, orientada en dirección NW-SE y 1 ½ millas en su punto más ancho; su elevación es de 390 msnm. Frente a la Isla San Lorenzo existen contornos de 5 a 10 m; hacia el norte del terraplén sub marino de la Punta, las profundidades aumentan hasta los 30 m (Velazco, 2001).

Banco el Camotal: Es la prolongación de la Punta, en dirección hacia la isla San Lorenzo, es una zona de poca profundidad que emerge en los bajamares, debido a que entra la configuración de las bahías del Callao y Miraflores donde se produce una modificación del oleaje. En la primera (Bahía del Callao) las olas son de baja intensidad, en cambio en la segunda bahía (Bahía de Miraflores) son de fuerte agitación. El Camotal se extiende con una profundidad de 11 y 12 m (HIDRONAV, 1999ab).

Condiciones Oceanográficas

Velocidad de las Corrientes: Frente al mar del Callao las velocidades de las corrientes fluctúan entre 5-29 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en la superficie, 10-27 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ a 3 m de profundidad y entre 13-30

$\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ hasta 11,5 m de profundidad. Lo que permite que la bahía sea una zona favorable para el desarrollo de organismos sedentarios bentónicos (Velazco, 2001). Las islas San Lorenzo y el Frontón, actúan como barreras naturales, disminuyendo en la bahía los efectos de los vientos permanentes (Velazco, 2001).

La influencia de los vientos SE tienen mayor fuerza en invierno y menor en los meses de verano, la evaporación es alta en verano y primavera, menor en junio y agosto con precipitaciones pluviales tipo llovizna durante todo el año. Frente al área de estudio se produce un proceso de afloramiento costera o surgencia (Velazco, 2001).

La alta productividad en algunas zonas se debe principalmente a los eventos de surgencia costera de primavera-verano, los cuales son generados por el forzamiento local del viento paralelo a la costa en la superficie del mar. Durante los eventos de surgencia, ocurre un ascenso de aguas ricas en nutrientes, con alta salinidad, baja temperatura y baja concentración de oxígeno que, al mezclarse con aguas más someras de mayor temperatura y alta concentración de oxígeno, generan las condiciones ideales para el florecimiento de organismos fitoplanctónicos. Este aumento de la producción primaria local es el responsable de potenciar el aumento en biomasa de los niveles tróficos superiores (Bustamante, 2006).

Condiciones sedimentológicas

En Setiembre 1997, como parte de un programa de estudio de sedimentos efectuado por el área de bentos y sedimentología y contaminación marina del IMARPE (Instituto del Mar del Perú), se obtuvieron las siguientes texturas: limo arcilloso y arcilla limosa principalmente, en las zonas más profundas y alejadas de la costa, también texturas arcillo limosas frente a la zona litoral entre la Punta y la rada interior del Puerto. Existen interrelaciones de áreas con texturas de arena limosa, fango, limo arenoso y limo. En los alrededores del Banco el Camotal, se observaron zonas de fondos rocosos, consistentes principalmente de cantos rodados y bloques (Velazco, 1999). Las playas de arena se hallan al noreste de la Isla San Lorenzo frente a la misma y predominan las texturas de arena. Al este de la Punta, en zonas más profundas cambia a fango (Velazco, 2001).

Los contenidos más elevados de materia orgánica se hallaron asociados a sedimentos principalmente de grano fino (combinaciones de arcillas y limos); las zonas de mayor acumulación de materia orgánica y texturas de grano fino se hallan asociadas a baja energía hidrodinámica en el fondo (Velazco, 1999).

Los altos contenidos descritos anteriormente se hallan condicionados por el contexto oceanográfico y ambiental de la zona, notándose procedencia de materia orgánica de la alta productividad biológica en la

columna de agua por la abundancia de diatomeas observadas en sedimentos de color verde oliva y olor sulfhídrico y en otros casos provenientes de la zona industrial y urbana en sedimentos de color negro y sulfhídrico con presencia de restos de desechos (Velazco, 1999).

La bahía del Callao ha sido identificada por varios autores como una de las áreas contaminadas a lo largo del litoral peruano, debido principalmente a las descargas de desechos domésticos e industriales contenidos en las aguas del río Rímac (Guillen *et al.*, 1986). La transferencia de los contaminantes desde el agua a los organismos marinos puede ocurrir en algunos grupos de invertebrados, peces, etc. concentrándose dentro de sus tejidos a medida que pasan a niveles más altos en la cadena alimenticia (Guillen *et al.*, 1986). Para evaluar el impacto de las sustancias tóxicas sobre las poblaciones y comunidades, se debe considerar la respuesta de especies pertenecientes a diferentes niveles tróficos, así como conocer la concentración interna de los tóxicos acumulados en los organismos (Tam *et al.*, 2000).

Área de estudio

El material se obtuvo del banco natural de concha de abanico *A. purpuratus* alrededor de la Isla San Lorenzo de la Bahía del Callao, Lima, Perú (12° 05' 00S, 77° 13' 5" W) (Fig. 1). Las recolecciones se realizaron en seis periodos de evaluación comprendidos entre abril-2006 hasta marzo-2008, la profundidad fue tomada *in situ*

y la temperatura del agua del mar (TSM, °C) se determinó en base a la tabla de temperatura mensual oficial del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). Las estaciones de muestreo de la

macrofauna bentónica estuvieron ubicadas en un área comprendida entre, El Camotal, la Isla Frontón, el Boquerón, todas zonas aledañas a la Isla San Lorenzo (Fig. 2).

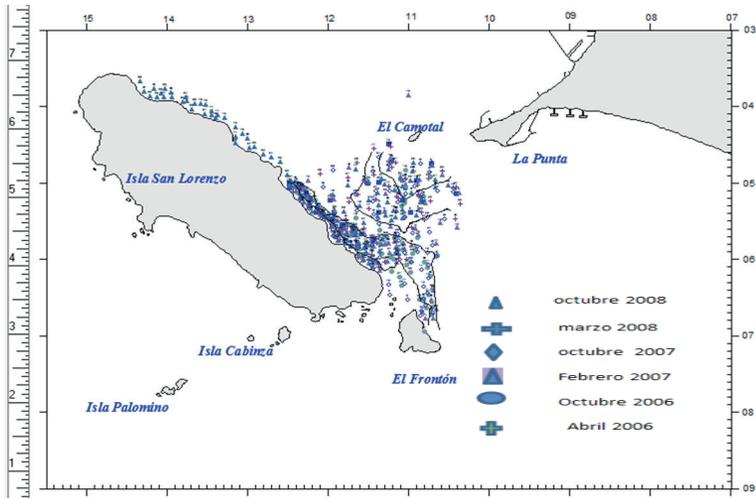
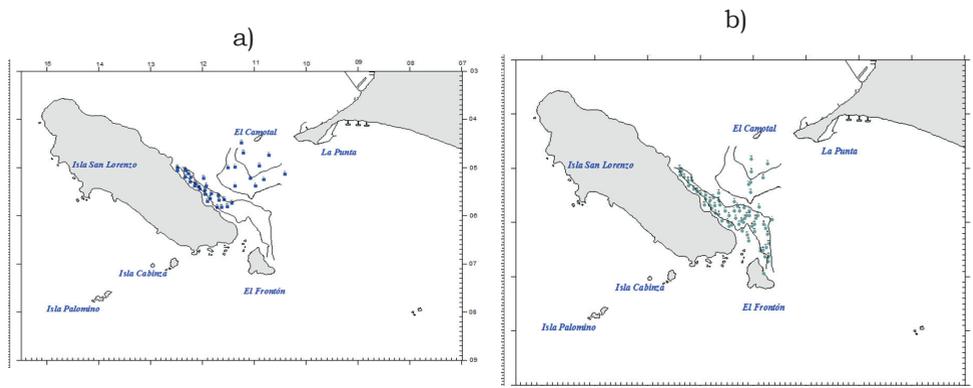


Figura 1. Mapa del área de estudio y la ubicación de los puntos de muestreo en los seis periodos de evaluación (abril 2006 –octubre 2008) para caracterizar la estructura comunitaria de la macrofauna zoobentónica asociada al banco natural del concha de abanico *A. purpuratus*.



Continúa Figura 2

Continúa Figura 2

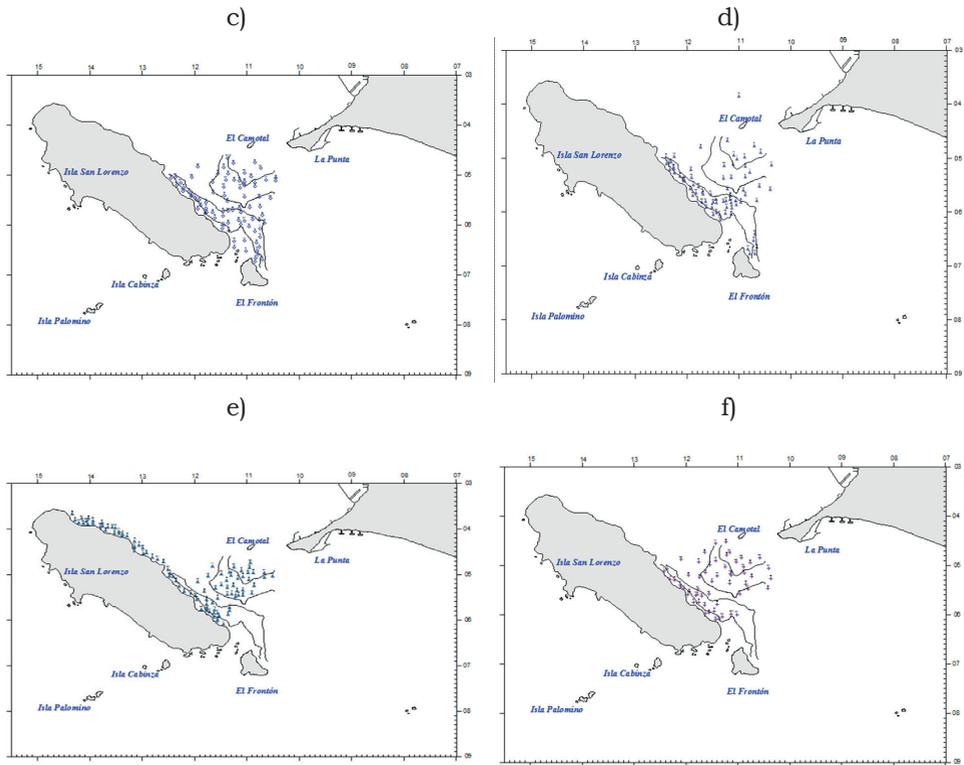


Figura 2. Posición geográfica de los puntos de muestreo para caracterizar la estructura comunitaria de la macrofauna zoobentónica asociada al banco natural del concha de abanico *Argopecten purpuratus* en la Isla san Lorenzo, bahía del Callao. Ordenados de acuerdo al periodo de evaluación, a) abril 2006, b) octubre 2006, c) febrero 2007, d) octubre 2007, e) marzo 2008 y f) octubre 2008.

Evaluación del área de estudio

El protocolo fue sobre la base de un muestreo al azar simple, aplicando un diseño por transectos, se realizó un muestreo directo dentro del área de distribución del recurso. Las estaciones fueron previamente establecidas según lo dispuesto para las evaluaciones de bancos naturales de concha de Abanico *A. purpuratus* en la zona Isla San Lorenzo Bahía del Callao, dentro de las actividades programadas

por la Unidad de Investigación de Invertebrados Marinos del IMARPE (UIIM).

La obtención de muestras biológicas se realizó a bordo de una embarcación marisquera equipada con equipos de buceo y compresora. Los muestreos se realizaron mediante buceo semi autónomo, en cada estación el buzo colectó los organismos del macrozobentos presentes dentro de la unidad de muestreo (cuadrado

metálico de 1m²), colectando los organismos manualmente siendo llevados a bordo en un capacho ó bolsa colectora de nylon de malla fina, y guardadas en bolsa de polietileno rotuladas para su posterior análisis en sala de muestreo.

La ubicación de las estaciones de muestreo se realizó con un sistema de navegación utilizando un geoposicionador satelital SI-TEX GPS – 9 y las cartas náuticas del HIDRONAV. La profundidad se determinó con la ecosonda SI-TEX CVS – 106 y se verificó con un profundímetro de pulsera marca Sporasub.

Evaluación en laboratorio

El material de análisis biológico lo constituyeron los organismos colectados, provenientes de todas las estaciones de muestreo. Las muestras obtenidas, fueron examinadas en laboratorio del IMARPE. En el laboratorio, las especies fueron identificadas, contadas y registradas en fichas de muestreos, las que posteriormente conformaron la creación de una base de datos histórica de registro en el programa Excel 2007, colocando el listado de especies y la información del número de ejemplares por metro cuadrado.

El análisis biológico consistió en determinar la composición de la comunidad macrozoobentónicas hasta el menor nivel taxonómico posible, en su mayoría a especie, usando principalmente guías de identificación y claves de identificación: Álamo & Valdivieso (1987); Aldea & Valdovinos

(2005) para los moluscos marinos, así como guías de reconocimiento y morfometría para los crustáceos: Viviani (1969), Chirichigno (1970), Ramírez & Vreese (1974), Henriquez (1976), Werding (1984) y Romero & Valdebenito (2002).

Para la identificación taxonómica de las especies de equinodermos se utilizaron claves y descripciones especializadas de Morales (2011). Así mismo para este trabajo se consultó y actualizó la clasificación taxonómica de las especies en conformidad con la data WoRMS (2016).

Evaluación

Los organismos macroinvertebrados fueron evaluados de acuerdo a su composición y abundancia, medida en términos de densidad en los cuadrantes de 1m por 1 m. No se incluyó en esta evaluación a los organismos sésiles (invertebrados coloniales ó solitarios); así como microalgas, ni macroalgas, las cuales forman un mosaico de parches discretos ó continuos y que están asentados directamente sobre el sustrato rocoso, así como tampoco se incluye a aquellos organismos sésiles que están adheridos o asentados sobre otros organismos. Con la finalidad de realizar una posible correlación de la variable ambiental temperatura (TSM), únicamente con los ejemplares vivos (móviles, semimóviles fácilmente observables) (Tena *et al.*, 1993).

Cada ejemplar fue identificado a la resolución taxonómica más baja y los datos obtenidos de cada punto de

muestreo se convirtieron posteriormente en porcentajes de densidad y /o abundancia y presencia de especies por periodo de evaluación. La clasificación del hábito trófico se llevó a cabo a nivel de género y especie, para casos de escasa información se consideró la información de las familias a las que pertenecían esas *taxas*.

Registro y análisis de datos

Con el objeto de identificar cada una de las estaciones se procedió a registrar su ubicación sobre un plano, El mapa de la distribución espacial de las estaciones fue elaborado con el programa software Golden Surfer. v.10. La densidad de organismos se determinó contando cada uno de los organismos presentes en un cuadrante de 1 m² para cada estación por especie. Con los promedios de las densidades halladas en las seis diferentes evaluaciones de la comunidad (variable temperatura), se construyó una matriz de datos a los cuales se sometió a un ACP

para un mejor análisis de la tabla reduciendo sus dimensiones, para ello se realizó previamente el test de Bartlett y del índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) respectivamente, para identificar diferencias significativas entre las diferentes evaluaciones a la comunidad macrozoobentónica asociada al banco natural de *A. purpuratus*. Como herramienta para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSSV23.

Estructura comunitaria

Los parámetros hidrográficos que controlan la distribución de los organismos marinos son: la temperatura (TSM) y la composición faunística. Se tomó a estos dos como ejes centrales descriptivos del análisis. Para la descripción de la comunidad se usaron varias medidas basadas principalmente en relación a los organismos, sus abundancias (densidad) y su representación taxonómica ó riqueza (número de taxa/especie) (Tabla 1)

Tabla 1. Descripción de las medidas cuantitativas de evaluación de la biodiversidad en la zona.

Medida	Macroinvertebrado/Especie
Abundancia	Densidad promedio por m ² D: número de individuos por Taxa (especie), en periodo de evaluación)
Riqueza de Taxa, S (Diversidad Alfa)	Número de especies por periodo de evaluado :Isla Número de Taxas (grupos) total :Isla
Diversidad comunitaria H'	Índices de Diversidad de la comunidad en el sitio : Isla por periodo evaluado

Estructura trófica y análisis en base a los niveles primarios

La caracterización de la estructura comunitaria se realizó con la medición de la diversidad (alfa); estimación de la riqueza de especies, considerado el indicador más importante de diversidad y los índices basados en la distribución proporcional de especies. Dadas las características ecológicas alrededor de las Islas, las colecciones o conjuntos de muestras obtenidas en dichos sistemas, según la clasificación de colecciones, serían del tipo B "colecciones grandes", ilimitadas en especies e individuos, en las que una muestra tomada al azar puede delimitarse con un número de especies conocido. De acuerdo con este autor la fórmula indicada para obtener el índice de diversidad de Shannon-Weaver. Con el objeto de obtener una caracterización de la estructura trófica de la comunidad en el banco natural de *A. purpuratus* de la Isla San Lorenzo se realizó la clasificación por tipo de nutrición de todas las especies, de acuerdo con la información reportada en la bibliografía, clasificándolos en: a) carnívoros carroñeros detritívoro, b) carnívoro depósito oportunista, c) carnívoro carroñeros d) carnívoro depredador, e) comensal, f) herbívoros, g) omnívoros h) suspensivos filtradores y depósito oportunista e i) suspensivos filtradores a todas las especies registradas y sólo a nivel genérico a aquellos que fueron identificados a nivel de familia, orden

o clase. El análisis de la Diversidad alfa se basó en la riqueza específica (S) así como también la densidad (número de individuos por 1 m²) abundancia de las especies y se calculó el índice de diversidad de Shannon (H), y los índices de equidad de (J) Pielou, mediante el programa PAST, para cada periodo evaluado.

Aspectos éticos: Los autores declaran que se cumplió con toda la normatividad ética nacional e internacional.

Conflictos de interés: Los autores declaran que no presentan ningún conflicto de interés.

RESULTADOS

Parámetros oceanográficos

De los seis periodos de evaluación la temperatura superficial del mar (TSM) obtuvo su máximo valor en febrero 2007 con 24 °C y el mínimo en el mes de Octubre 2007 con 14°C, respectivamente. De acuerdo a información reportada por la National Oceanic and Atmospheric Administration-NOAA, el Índice oceánico ONI, durante los años 2007 al 2014 en la cuenca del Pacífico Tropical Niño fue 3,4, siendo un periodo que presentó anomalías. Del total de estaciones más del 90% se encontraron en un rango promedio < 10 m de profundidad, fondos, superficiales ó someros que se caracterizan por presentar elevadas temperaturas (Tabla 2).

Tabla 2. Principales parámetros oceanográficos, número de estaciones por periodo de evaluación.

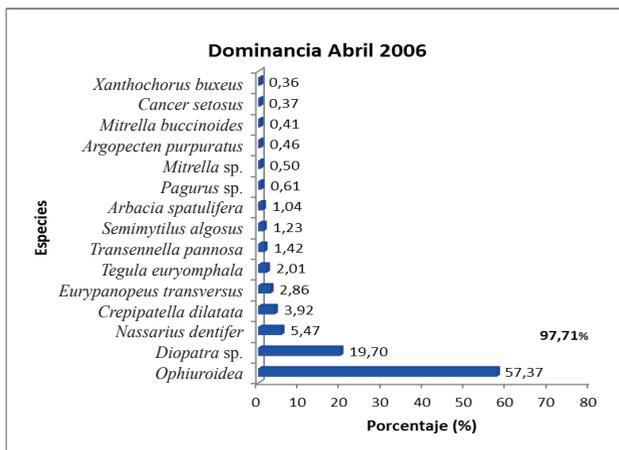
Periodo de evaluación	TSM (°C)	N° Estaciones	Prof(m) Min- Max
Abril 2006	19°	69	3,0 - 17,0
Octubre 2006	18°	35	2,8 - 13,9
Febrero 2007	24°	72	3,0 - 17,0
Octubre 2007	15°	84	3,0 - 17,5
Marzo 2008	20°	56	1,0 - 18,0
Octubre 2008	17°	95	2,1 - 17,4

La TSM se expresa en grados centígrados C°, y la profundidad m en metros.

Composición taxonómica y abundancia del macrozoobentos.

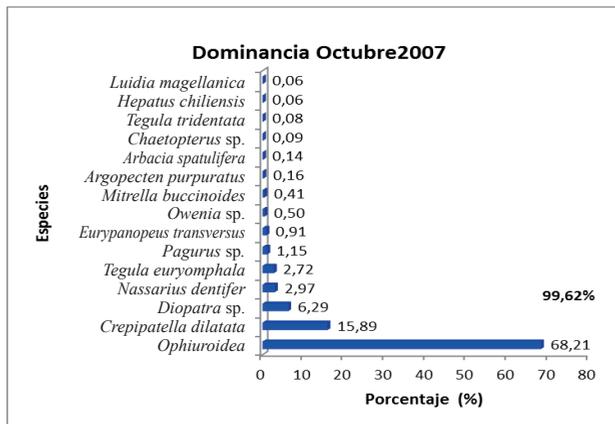
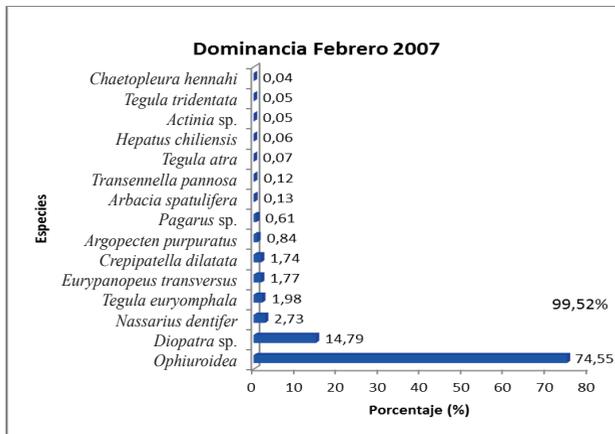
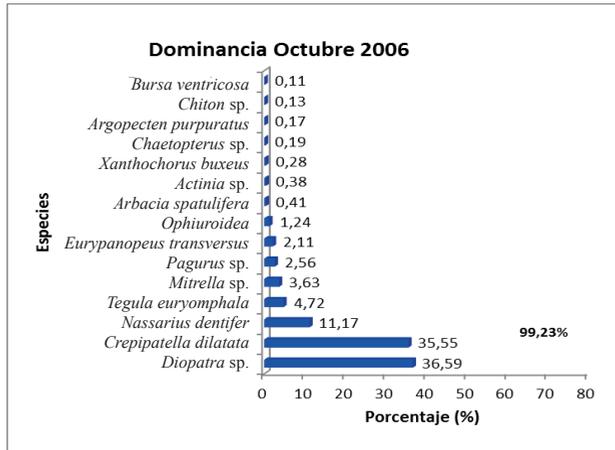
De los seis periodos evaluados se registraron un total de 78 taxas de la macrofauna, pertenecientes a 50 familias, distribuidos en 5 phylum: Cnidaria, Mollusca, Annelida, Arthropoda y Echinodermata, correspondiente a 10 grupos taxonómicos: 27 Gastropoda

(34,62%), 20 Malacostraca (25,64%), y 9 Bivalvia (11,54%), 8 Polychaeta (10,26%), 4 Echinoidea (5,13%), 4 Polyplacophora (5,13%), 3 Anthozoa (3,85%), 1 Holoturoidea (1,28%), 1 Ophiuroidea (1,28%), 1 Asteroidea (1,28%) La abundancia absoluta (n) y relativa (%) de las 78 especies encontradas en el banco natural de *A. purpuratus*, Isla San Lorenzo de la bahía del Callao, Perú 2006-2008 pueden ser revisadas en Zúñiga-Hurtado (2016).



Continúa Figura 3

Continúa Figura 3



Continúa Figura 3

Continúa Figura 3

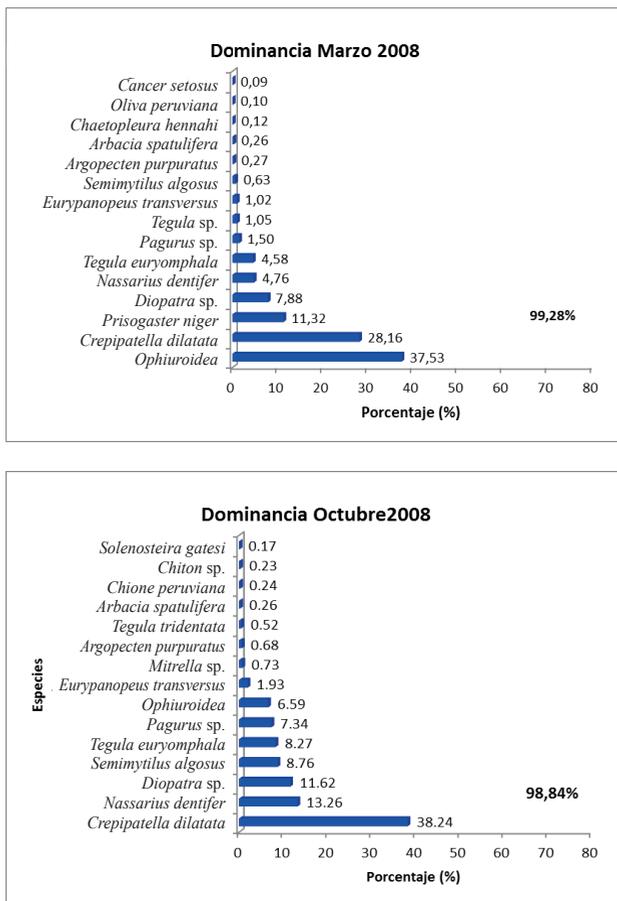


Figura 3. Dominancia de especies macrozoobentónicas por periodo de evaluación: (a) abril 2006, (b) octubre 2006, (c) febrero 2007, (d) octubre 2007, (e) marzo 2008 y (f) octubre 2008.

De los periodos evaluados se observó que en febrero 2007 al 99,52%, el ofiuroideo se presenta en mayor cantidad alcanzando el 74%, así mismo en octubre 2007 del 99,62% de las especies dominantes este constituyó el 68% (Fig. 3). En octubre 2007, se observó la presencia por única vez del anélido poliqueto

Owenia sp 344 ind/ total área, equivalente (0,49%). Así también en menor proporción la presencia de los poliquetos *Glycera americana* (Leidy, 1855) 14 ind. (0,020%) y *Halosydna johnsoni* (Darboux, 1899) 4 ind. (0,006%) y *Glycera* sp. Lamarck, 1818 4 ind. (0,007%) en febrero 2007, respectivamente.

La especie de importancia comercial *A. purpuratus* presentó sus mayores valores de abundancia proporcional en febrero 2007, 480 ind/ total (0,837%) y octubre 2007, 111 ind/ total (0,160%) respectivamente, equivalente a 6,66 ind·m⁻² y 1,32 ind·m⁻².

De las especies identificadas en el banco natural de *A. purpuratus* de la Isla San Lorenzo se realizó la caracterización por tipo de nutrición de acuerdo con la información hallada en la bibliografía (Tabla 3). Los tipos de nutrición más frecuentes hallados

en la comunidad corresponde a los herbívoros: 17 especies (21,80%), los suspensívoros filtradores: 17 especies (21,80%), suspensívoros filtradores y depositarios oportunistas: 3 especies (3,85%) finalmente seguido por los carnívoros-depredadores con 26 especies (33,33%). Constituyendo así dos grandes bloques para el análisis, los herbívoros – suspensívoros dependientes de los productores (47,45%) y el de los carnívoros como consumidores (46,14%). El análisis detallado se muestra en Zúñiga-Hurtado (2016).

Tabla 3. Caracterización por tipo de nutrición, número y porcentaje de especies del banco natural de *A. purpuratus*, Isla San Lorenzo de la bahía del Callao, Perú.

Rol Trófico	Especies	
	n°	%
Carnívoro, carroñeros y detritívoros	2	2,56
Carnívoro, depredador, deposito oportunista	6	7,69
Carnívoros, carroñeros	2	2,56
Carnívoros, depredadores	26	33,33
Comensal	3	3,85
Omnívoro	2	2,56
Herbívoros	17	21,80
Suspensívoros filtradores, deposito oportunista	3	3,85
Suspensívoros filtradores	17	21,80
Total	78	100

En el análisis variación de abundancia porcentual de especies por grupo trófico, se observaron los valores

más altos en los periodos de octubre 2006 y octubre 2008 y los más bajos en el año 2007 (Fig.4).

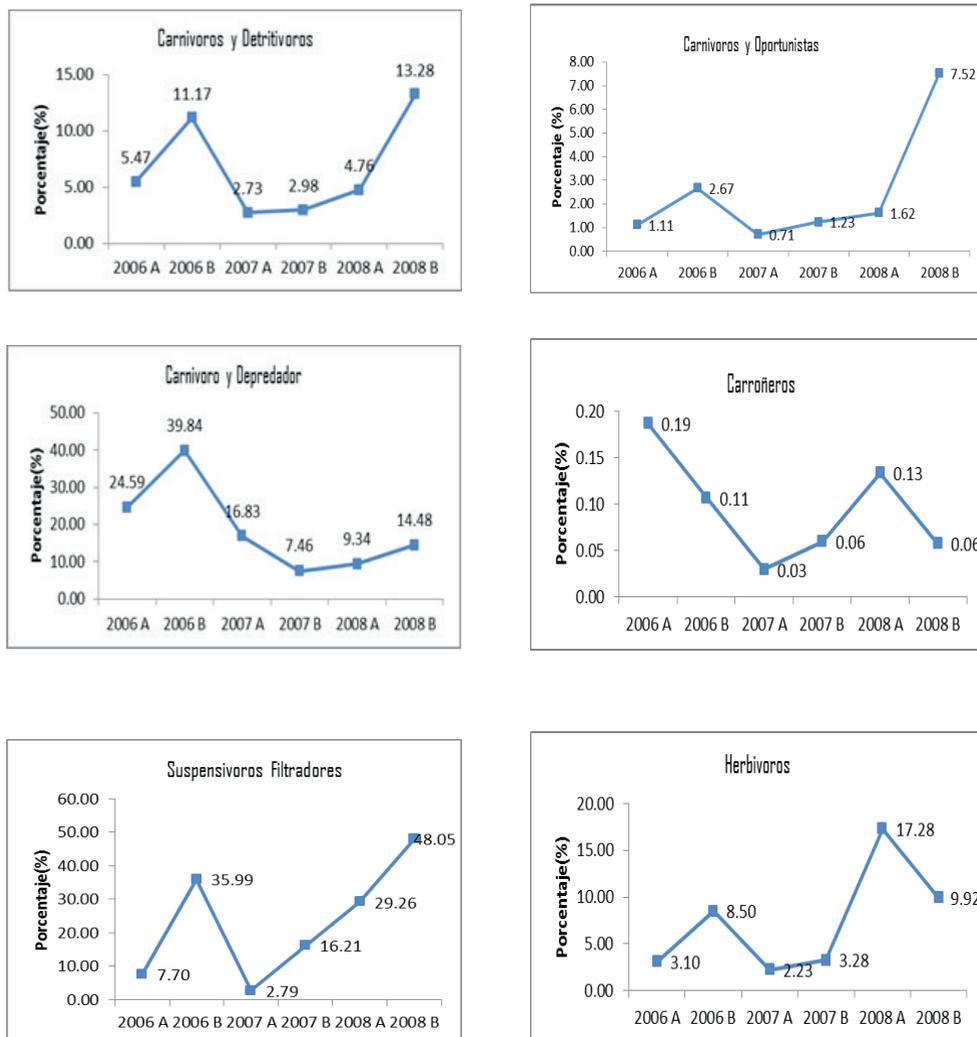


Figura 4. Análisis de variación de abundancia porcentual por comportamiento trófico por periodo de evaluación: 2006A: abril 2006, 2006B: octubre 2006, 2007A: febrero 2007B: octubre 2007, 2008A: marzo 2008, 2008B: octubre 2008.

La mayor densidad total de individuos promedio, se halló en las evaluaciones de febrero 2007 y octubre 2007 con 796,403 ind·m⁻² y 825,000 ind·m⁻². Las especies más dominantes fueron:

Eurypanopeus transversus (Stimpson, 1860), *Diopatra* sp. Audouin & Milne Edwards, 1833, los Ophiuroidea, *N. dentifer*, y *C. dilatata* (Tablas 4 y 5).

Tabla 4. Densidad total de individuos de las especies más abundantes por m², en el banco natural de concha de abanico *Argopecten purpuratus* en la Isla San Lorenzo, bahía del Callao, Perú.

Taxa	Pe-	abril	octubre	febrero	octubre	marzo	octubre
	renne 2006- 2008	2006	2006	2007	2007	2008	2008
n°		ind.m ²					
1 <i>Crepidatella dilatata</i>	X	7,623	47,571	13,861	131,060	124,375	56,042
2 <i>Nassarius dentifer</i>	X	10,623	14,943	21,708	24,512	21,036	19,432
3 <i>Tegula euryomphala</i>	X	3,899	6,314	15,764	22,476	20,250	12,126
4 <i>Xanthochorus buxeus</i>	X	0,696	0,371	0,250	0,298	0,196	0,189
5 <i>Argopecten purpuratus</i>	X	0,884	0,229	6,667	1,321	1,179	0,989
6 <i>Glycymeris ovata</i>	X	0,478	0,029	0,028	0,238	0,054	0,011
7 <i>Chaetopterus</i> sp.	X	0,275	0,257	0,319	0,726	0,286	0,032
8 <i>Diopatra</i> sp.	X	38,275	48,971	117,819	51,857	34,821	17,032
9 <i>Cancer setosus</i>	X	0,710	0,029	0,333	0,190	0,411	0,063
10 <i>Eurypanopeus transversus</i>	X	5,551	2,829	14,111	7,512	4,518	2,832
11 <i>Hepatus chiliensis</i>	X	0,261	0,114	0,444	0,500	0,089	0,200
12 <i>Pagurus</i> sp.	X	1,188	3,429	4,861	9,452	6,643	10,758
13 <i>Luidia magellanica</i>	X	0,333	0,086	0,236	0,488	0,161	0,084
14 Ophiuroidea	X	111,464	1,657	593,722	562,702	165,804	9,663
15 <i>Arbacia spatulifera</i>	X	2,014	0,543	1,056	1,155	1,161	0,379
Densidad especies (15)		184,275	127,371	791,181	814,488	380,982	129,832
%		94,5%	95,4%	99,0%	98,6%	86,16%	88,35%
Densidad total		194,290	133,8286	796,4028	825,000	441,750	146,5684

Tabla 5. Medias de densidad de especies m² total de especies de macroinvertebrados presentes en el banco natural de *Argopecten purpuratus*, Isla San Lorenzo, bahía del Callao, Perú.

Evaluación/ TSM	Media	Desviación típica	N°
Abril 2006_19°C	2,49	13,31	78
Octubre 2006_18°C	1,71	7,84	78
Febrero 2007_24°C	10,21	68,32	78
Octubre 2007_15°C	10,57	65,37	78
Marzo 2008_20°C	5,66	24,20	78
Octubre 2008_17°C	1,87	7,26	78

Prueba de Bartlett: De los resultados obtenidos, se obtuvo el estadístico KMO 0,598 es mayor a 0,5,

por lo tanto el modelo es significativo (Tabla 6).

Tabla 6. Matriz de correlaciones de la densidad de especies de macroinvertebrados presentes en el banco natural de *Argopecten purpuratus*, en los seis periodos de evaluación, respecto a la temperatura (TSM) con su respectivo test de Bartlett y del índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).

	abr2006 19°C	oct2006 18°C	feb2007 24°C	oct2007 15°C	marz2008 20°C	oct2008 17°C	
Correlación	abr2006_19°C	1,000	,286	,988	,956	,806	,283
	oct2006_18C	,286	1,000	,158	,224	,521	,839
	feb2007_24°C	,988	,158	1,000	,973	,790	,202
	oct2007_15°C	,956	,224	,973	1,000	,885	,355
	marz2008_20°C	,806	,521	,790	,885	1,000	,673
	oct2008_17°C	,283	,839	,202	,355	,673	1,000
Sig. (Unilateral)	abr2006_19C		,006	,000	,000	,000	,006
	oct2006_18C	,006		,083	,024	,000	,000
	feb2007_24C	,000	,083		,000	,000	,038
	oct2007_15C	,000	,024	,000		,000	,001
	marz2008_20C	,000	,000	,000	,000		,000
	oct2008_17C	,006	,000	,038	,001	,000	

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin. 0,598.

Chi-cuadrado aproximado 1107,47.

Prueba de esfericidad de Bartlett.

gl 15.

Sig. 0,000.

a. Determinante = 3,274E-007

De los resultados obtenidos del análisis de ordenamiento de componentes principales (ACP) se observa que solo 2 componentes explican el 94,92% de la variabilidad total, lo que conforman dos agrupamientos. En la Tabla 7 se puede observar que el primer componente principal explica un 68,448% de variabilidad, el segundo componente principal explica un 26,47%. CP₁: El primer com-

ponente principal se relaciona con la comunidad presente en las evaluaciones con las temperaturas de 19°C, 24°C, 15°C y 20°C (abril 2006, febrero 2007, octubre 2007 y marzo 2008). CP₂: El segundo componente se relaciona con la comunidad presente en las evaluaciones con las temperaturas 18°C y 17°C (octubre 2006 y octubre 2008). (Fig 5).

Tabla 7. Análisis de componentes principales de los grupos de macroinvertebrados bentónicos hallados en las seis evaluaciones en estudio con respecto a la variable temperatura (TSM) en el banco natural de concha de abanico *Argopecten purpuratus*, Isla San Lorenzo, Callao, Perú.

Variable Evaluación/ TSM	Total	% de la varianza	% acumulado varianza	CP ₁	CP ₂
1. Abril 2006 _ 19°C	4,10	68,44	68,44	0,92	-,318
2. Octubre 2006_18°C	1,58	26,47	94,92	0,52	0,79
3. Febrero 2007_24°C	0,23	3,98	98,91	0,90	-0,42
4. Octubre 2007_15°C	0,05	0,93	99,85	0,94	-0,30
5. Marzo 2008 _ 20°C	0,01	0,14	99,99	0,95	0,10
6. Octubre 2008_17°C	0,00	0,00	100,00	0,59	0,76

CP1: Primera componente principal. **CP2:** Segunda componente principal.
TSM: temperatura superficial del mar en la evaluación.

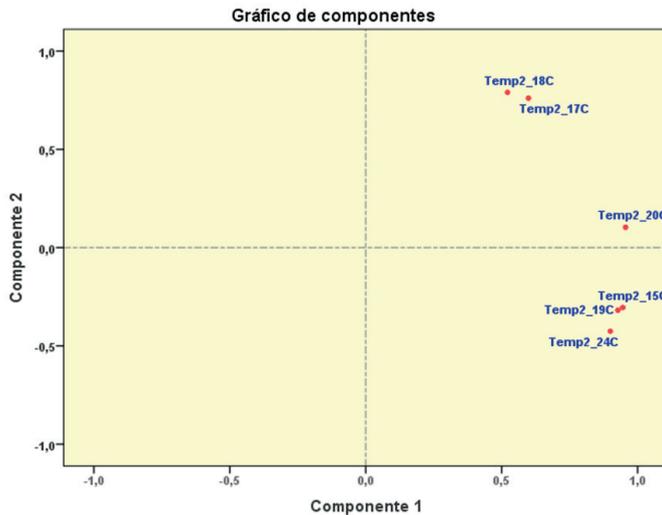


Figura 5. Diagrama de dispersión de las seis evaluaciones a la comunidad macrozoobentónica de la asociada al banco natural de *Argopecten purpuratus*, en base a sus dos componentes principales (CP).

Del análisis de correlación de las densidades de las especies con la TSM °C, se obtiene que cinco especies presentan valores de significancia (bilateral) menores a 0,05 por lo tanto están correlacionadas con el factor ambiental TSM (Tabla 8). *Nassarius dentifer* (Powys, 1835) presenta correlación con las temperaturas 18°C, 15°C, 20°C y 17°C. *Tegula euryomphala* (Jonas, 1844). presenta correlación con la temperaturas 19°C. *Xanthochorus buxeus* (Broderip, 1833) presenta correlación con las temperaturas 18°C, 15°C, 20°C y 17°C. *Glycymeris ovata* (Broderip, 1832) presenta correlación

con las temperaturas 15°C y 20°C. *Pagurus* sp. Fabricius, 1775 presenta correlación con las temperaturas 19°C, 24°C y 17°C.

El índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') fluctuó entre 0,97 y 1,99 bits/Ind. Los valores más bajos se registraron en febrero 2007, y en octubre 2007. El valor más alto correspondió al muestreo de octubre 2008. El índice de Equidad de Pielou (J') presentó sus valores más bajos en febrero 2007 y octubre 2007. Los valores de dominancia más altos corresponden a febrero 2007 y octubre 2007 (Tabla 9).

Tabla 8. Correlación densidad de especies de presencia constante y mayor abundancia con la TSM (°C), Isla San Lorenzo, Callao, Perú.

TSM (°C)	<i>Crepidula dilatata</i>	<i>Nassarius dentifer</i>	<i>Tequila eurymphala</i>	<i>Xanthochochylus buxus</i>	<i>Argopecten purpuratus</i>	<i>Glycymeris ovata</i>	<i>Chaetopterus sp</i>	<i>Diopatra sp</i>	<i>Cancer setosus</i>	<i>Eurypanopeus transversus</i>	<i>Hepatus chilensis</i>	<i>Pagurus sp</i>	<i>Luidia magellanica</i>	<i>Ophirodonta</i>	<i>Arbacia spatulifera</i>
19	-0,64	-0,77	-,82*	0,65	-0,13	0,22	-0,17	0,16	0,10	-0,10	-0,25	-,83*	-0,20	-0,35	-0,02
	0,16	0,07	0,04	0,15	0,80	0,66	0,73	0,75	0,84	0,83	0,62	0,03	0,69	0,49	0,96
18	-0,64	-,89*	-0,79	0,97**	-0,26	0,79	-0,13	-0,07	0,69	-0,08	-0,09	-,82*	0,18	-0,29	0,56
	0,16	0,01	0,06	0,001	0,61	0,06	0,80	0,88	0,12	0,87	0,85	0,04	0,72	0,56	0,24
24	-0,63	-0,58	-0,62	0,42	0,21	-0,005	-0,19	0,45	0,14	0,15	-0,24	-,86*	-0,30	-0,16	0,007
	0,18	0,22	0,18	0,39	0,68	0,99	0,70	0,36	0,77	0,76	0,64	0,02	0,55	0,76	0,99
15	-0,64	-,84*	-0,72	0,96**	-0,18	,82*	-0,11	-0,03	0,77	0,003	-0,02	-0,78	0,24	-0,21	0,64
	0,16	0,03	0,10	0,002	0,72	0,04	0,82	0,94	0,07	0,99	0,96	0,06	0,64	0,67	0,16
20	-0,63	-,83*	-0,71	0,95**	-0,18	,83*	-0,11	-0,04	0,78	0,002	-0,01	-0,77	0,25	-0,21	0,65
	0,17	0,04	0,11	0,003	0,72	0,04	0,82	0,93	0,06	0,99	0,97	0,06	0,63	0,68	0,15
17	-0,69	-,88*	-0,79	0,96**	-0,18	0,76	-0,13	0,005	0,68	-0,01	-0,06	-,85*	0,17	-0,26	0,55
	0,12	0,01	0,05	0,002	0,72	0,07	0,79	0,99	0,13	0,97	0,89	0,03	0,74	0,61	0,25

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Primera fila: Correlación de Pearson

* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Segunda fila: Sig. (bilateral).

Tabla 9. Parámetros comunitarios de la comunidad macrozoobentónica asociada al banco natural de concha de abanico *Argopecten purpuratus*, Isla San Lorenzo, Callao, Perú.

Periodo de Evaluación	Número total (N)	Riqueza Específica (S)	Densidad (indv. área)	Dominancia (D)	Shannon (H')	Simpson (1-D)	Equidad de Pielou (J')	Margalef
Abr_2006	13406	43	194,290	0,37	1,56	0,63	0,42	8,08
Oct_2006	4684	30	133,829	0,28	1,63	0,72	0,48	6,01
Feb_2007	57341	48	796,403	0,58	0,97	0,42	0,25	7,05
Oct_2007	69300	45	825,000	0,50	1,15	0,50	0,30	6,56
Marz_2008	24738	39	441,750	0,24	1,76	0,76	0,48	6,26
Oct_2008	13924	42	146,568	0,20	1,99	0,80	0,53	8,32

DISCUSIÓN

De los resultados del análisis de la distribución porcentual del total de especies registradas en los periodos evaluados, las clases Gasteropoda, Malacostraca, Bivalvia y Poliqueta son las de mayor riqueza de especies, lo cual coincide con observaciones realizadas por Argüelles *et al.* (2004), donde se registraron 23 especies de gasterópodos (37%) y 21 especies de crustáceos equivalente al 34%, en una prospección realizada en Isla Ventanillas en la bahía del Callao. En un estudio de macrofauna en la bahía Samanco Ancash se identificó un total de 33 especies (epibiontes) en estructuras de cultivo de *A. purpuratus*. Se identificaron 10 grupos taxonómicos donde Crustacea (7), seguido de Bivalvia (6) y Gasterópoda (5), de los cuales el 45,4% son suspensívoros, 15,1% carnívoros, 27, 2% herbívoros, 9,9% omnívoros y 3,03% depositivas, siendo mayoritariamente el grupo de los suspensívoros los predominantes

(Pacheco & Garate, 2005).

En relación a los tipos de nutrición más frecuente hallados en la comunidad de la Isla San Lorenzo se obtuvo los herbívoros: (21,80%), los suspensívoros filtradores: (21,80%), suspensívoros filtradores y depositarios oportunistas: (3,85%) y finalmente seguido por los carnívoros depredadores (33,33%). Constituyendo así dos grandes bloques para el análisis, los herbívoros – suspensívoros dependientes de los productores (47,45%) y el de los carnívoros como consumidores (46,14%). Considerando que el área evaluada se encuentra en una zona de surgencia costera, estos resultados corresponderían con lo descrito por Bosman *et al.* (1987), que sostiene la idea general del efecto de la surgencia: en costas enriquecidas habría una mayor productividad primaria y biomasa de algas, lo que podría aumentar la biomasa de herbívoros y desbalancear la representación de organismos que ocupan ó generan espacio. En efecto

un aumento de la productividad algal, y eventualmente de la diversidad, genera un efecto ascendente que podría a su vez aumentar la abundancia ó diversidad de los herbívoros (Camus & Andrade, 1999).

Lo antes mencionado presenta concordancia con lo descrito en el estudio sedimentológico de la zona por Velazco (1999, 2001); donde ensambles costeros con alto contenido de arena y poca materia orgánica estarían dominados por animales suspensivos y filtradores, mientras que alimentadores de depósito y carroñeros estarían dominando ensambles con mayor profundidad, caracterizados por fango con alto contenido de materia orgánica (Bustamante, 2006).

Del análisis de la variación de abundancia porcentual de especies por grupo trófico, se observó que los valores más altos se presentaron en los periodos de octubre 2006 y octubre 2008 y los más bajos en el año 2007. Las densidades mayores de herbívoros y suspensívoros filtradores durante las evaluaciones de primavera (octubre 2006 y octubre 2008) corresponde con los eventos de surgencia costera de primavera-verano, durante los eventos de surgencia, ocurre un ascenso de aguas ricas en nutrientes, con alta salinidad, baja temperatura y baja concentración de oxígeno que, al mezclarse con aguas más someras de mayor temperatura y alta concentración de oxígeno, generan las condiciones ideales para el florecimiento de organismos fitoplanctónicos. Este aumento de la producción primaria local es el

responsable de potenciar el aumento en biomasa de los demás niveles tróficos superiores (Bustamante, 2006). 15 especies constituyen aproximadamente más del 85 % de la abundancia porcentual numérica y los resultados son similares a lo registrado por Argüelles *et al.* (2004), quien registra también la presencia del gasterópodo *N. dentifer* (10%) dentro de las especies de mayor abundancia porcentual numérica, así mismo en sus observaciones el bivalvo *Semimytilus algosus* (Gould, 1850) representa el 47%, que en el presente estudio se registro en el área sólo en abril 2006 y en los periodos evaluados de marzo y octubre 2008. *N. dentifer* es una especie carroñera muy activa. Esta especie es típica en bancos de arena indispensable para mantener los lechos de arena limpia (Argüelles *et al.*, 2004).

En base a las seis evaluaciones y a través del análisis de los componentes principales (ACP), y el análisis de correlaciones con el factor ambiental (TSM), con respecto a las especies más abundantes se muestra que la comunidad macrozoobentónica del banco natural de *A. purpuratus* puede explicar su variabilidad a través de dos componentes. El primer componente principal (CP₁) explica una estructura comunitaria presente en las evaluaciones de verano- otoño (abril 2006, febrero 2007 y marzo 2008) con temperaturas de 19°C, 24°C y 20°C y el segundo componente principal (CP₂) las evaluaciones de primavera (octubre 2006 y octubre 2008) con temperaturas de 18°C y 17°C, la inclusión

de la comunidad en octubre 2007 en el CP₁ primer componente principal podría ser por el registro de anomalías, durante octubre 2007 en la cuenca del Pacífico Tropical Niño 3.4 (Ramírez *et al.*, 2003).

De las 15 especies que representaban más del 85% de la abundancia porcentual numérica en la zona, y el análisis de la correlación de sus densidades por m² con las temperaturas se obtuvo que cinco especies presentan un valor de correlación significativo. *N. dentifer*, *X. buxeus*, presentaron correlaciones con las mismas TSM (°C) (18°C, 15°C, 20°C, 17°C) *T. euryomphala*, con la 19°C y *G. ovata* con 15°C y 20°C, y finalmente la especie *Pagurus* sp. con 19°C, 24°C y 17°C.

Los altos valores de densidad en especies detritívoras y depositarias oportunistas como: *N. dentifer*, *Pagurus* sp. y Ophiuroideos se debería a que estos organismos son capaces de alcanzar tamaños grandes con un consumo energético relativamente bajo, ya que pueden obtener una alimentación adecuada limitándose a recoger las partículas que caen a su alcance ó que son llevadas hasta ellos por las corrientes, o bien digerir materia orgánica y las bacterias que forman parte del sedimento (Tait, 1987).

La familia Paguridae “cangrejos ermitaños” mostraron también las mayores abundancias, son reconocidos como componentes importantes de la estructura de macroinvertebrados, tanto en áreas intermareales y sublitorales alrededor del mundo, caracterizan por tener reproducción continua

ó estacional (Iannacone & Alvarino, 2005).

Con respecto a *T. euryomphala*, y su correlación con la TSM de 19°C, podría explicarse desde un punto de vista trófico. Este género es frecuente y abundante en ambientes rocosos intermareales y submareales someros, y son fundamentalmente herbívoros racionadores; que en su dieta incluyen algas crustosas y calcareas. La evaluación del mes de abril corresponde a la estación de otoño, cuando la superficie del agua se va enfriando y la iluminación disminuye, el termocline se rompe y esta situación lleva a una rápida reposición de los nutrientes en las capas superficiales con el consiguiente aumento de la producción primaria. Este “bloom” otoñal es siempre inferior al que se produce en primavera; así como también de corta duración (Tait, 1987; Veliz & Vásquez, 2000).

Con respecto a *G. ovata* con las temperaturas 15°C y 20°C, se reporta asociada a condiciones cálidas en la estación de otoño y con condiciones de agua de mezcla (aguas sub superficiales y aguas costeras frías), como la correspondiente evaluación. Así mismo, esta especie no se registra en substratos formado sólo por fango, y con abundantes poliquetos (Argüelles *et al.*, 2012).

La distribución geográfica de los moluscos marinos está gobernada en su mayor parte por la naturaleza de las aguas (Corriente fría Peruana y Corriente cálida Ecuatorial). La distribución tiene cambios temporales, que suceden cuando se presentan eventos

“El Niño” y “La Niña”, con variaciones importantes de incremento o disminución de la temperatura de las aguas superficiales del mar (Paredes *et al.*, 1999). Durante el Niño, especies de la provincia peruana se ven favorecidas por la tropicalización, entre ellas están *A. purpuratus* y *Thaisella chocolata* (Duclos, 1832). Según Arntz & Fahrbach (1996) estas especies podrían tener una capacidad genética que les permita soportar grandes variaciones de temperatura, logrando un desarrollo muy rápido y una mayor producción (Ramírez *et al.*, 2003).

Con respecto a *A. purpuratus* podría indicarse según la bibliografía que al ser una especie filtradora de plancton y detritus (Avenidaño *et al.*, 2001), existe una relación directa de su desarrollo con la temperatura, dependiendo esta de la intensidad y duración de las anomalías térmicas, (Mendo & Wolf, 2002), aunque en el presente trabajo esa relación no se haga tan evidente.

Con respecto a *Crepipatella dilatata* (Lamarck, 1822) es una especie que se reproduce todo el año y deja de reproducirse ante la presencia de su simbionte el cangrejo pinotherido. Las hembras de *C. dilatata* cuando enfrentan condiciones de hiposalinidad se ven forzadas a aislarse herméticamente del exterior, respuesta que se produce cuando la salinidad baja y este aislamiento perdura hasta que la salinidad vuelva a aumentar (Chaparro *et al.*, 2008). Esta estrategia de aislamiento materno, mantenida por extensos periodos de tiempo, genera alteraciones en la calidad del fluido en

la cavidad paleal, incrementando los productos de excreción, reduciendo la concentración de oxígeno disuelto hasta niveles anóxicos, pero también incrementando la acidez en el fluido paleal (Montecino, 2013). En el mar abierto, la salinidad presenta pequeñas variaciones, pero en localidades costeras someras, las fluctuaciones de salinidad pueden ser extremas. Estas fluctuaciones tienen un impacto importante en los organismos marinos residentes que ocupan estos ambientes permanentemente o en alguna etapa de su ontogenia (Montecino, 2013).

Con respecto a la presencia de los ofiuroides, macrófagos ó micrófagos, en el ambiente marino bentónico sobresalen numéricamente, la relevancia de estos organismos como eslabones en las cadenas alimenticias es grande, debido a que actúan como recicladores de energía y nutrientes de los estratos superficiales de los océanos (Calva, 2002).

La presencia de *Luidia magellanica* Leiboldt, 1895 es una forma predominante en las comunidades, se sabe que pueden sobrevivir varios meses sin alimento, aunado al hecho de que tienen la habilidad de comer varias presas simultáneamente (Calva, 2002). Además de ser depredadores tope, una sobrepoblación de asteroideos puede ocasionar un desequilibrio ecológico (Montesinos, 2011).

La presencia del anélido poliqueto *Owenia* sp. Delle Chiaje, 1844 sólo en la evaluación de octubre 2007, podría dar luz a diversos grados de contaminación marina en la zona, relacionán-

dose la abundancia de *Owenia* sp., a zonas cercanas a afluentes y bajos índices de diversidad (Elías *et al.*, 2001). Lo que corresponde con el periodo de octubre 2007. Así mismo, en menor proporción los poliquetos *Glycera* sp. en febrero 2007, *G. americana* y *H. johnsoni* en octubre 2007, respectivamente, podrían estar relacionados a lo ya reportado por Reish (1955), que relacionó los poliquetos anélidos y la contaminación de los puertos (Elías *et al.*, 2001). Una posible explicación a la composición de la fauna de los lugares cerca a las aguas residuales es que las fuerzas hidrodinámicas con frecuencia perturban la zona, el efecto de las aguas residuales podría estar restringido a la zona somera en el área impactada (Elías *et al.*, 2001).

La abundancia de *Diopatra* sp ha sido reportada en la bahía de Talcahuano (Chile), en un entorno sometido a emisarios de aguas residuales, *D. chilensis* fue reportada como la tercera especie en términos de biomasa; sin embargo, en ese mismo estudio se ha sugerido que si el género *Lumbrine-reis* sp. esta ausente, y la diversidad es baja, la probabilidad de que el sitio se vea afectada es grande (Elías *et al.*, 2001), afirmación que corresponde con los resultados en octubre 2007, donde *Lumbrineris* sp. Blainville, 1828 estuvo ausente y la diversidad fue la segunda más baja (H' : 1,15).

Existe un modelo propuesto por Rumohr *et al.* (1996) para las comunidades bentónicas en el mar Báltico, quien predijo una etapa de sucesión intermedia, dominada por pequeños

gusanos poliquetos en relación con gradientes de enriquecimiento orgánico inferior. De igual forma, los pequeños poliquetos tubícolas y oportunistas son los primeros componentes de la fauna que coloniza nuevos ó recientes fondos perturbados (Elías *et al.*, 2001). Se han observado variaciones en el bentos debido a fenómenos de contaminación, de forma general donde el mar permite estos acúmulos, se nota el remplazo de las comunidades de pelecípodos filtradores y equinodermos, por poblaciones oligoespecíficas de poliquetos (Jenkins, 1979).

En un estudio al Sur de Chile, 2005 de moluscos del intermareal rocoso, se identificó que las diversidades más bajas en un área de estudio estaban caracterizadas por elevados niveles de contaminación orgánica derivada de la industria pesquera. En ese mismo estudio se hallaron especies que presentaban alta frecuencia como *Prisogaster niger* (W. Wood, 1828) y *Tegula atra* (Lesson, 1830), entre otras (Aldea & Valdovinos, 2005). Esta observación corresponde con la evaluación de febrero 2007.

Así mismo se observa una relación inversa en los valores por evaluación entre las especies filtradoras (Lame-libranquios) y la población de ophiuroideos; las primeras requieren de adaptaciones especiales para resolver el problema que plantea la presencia de grandes cantidades de lodo. Cuando la circulación es muy pequeña ó no hay circulación, las capas situadas inmediatamente debajo de la superficie del sustrato tienden a desoxigenarse y

a presentar altas concentraciones de sulfhídrico. En zonas poco profundas, estas condiciones permiten mantener una gran biomasa, porque existe un buen aporte de alimento, sin embargo la infauna debe ser capaz de sobrevivir en un medio sin oxígeno (Tait, 1987).

Con respecto a los valores de diversidad (Riqueza), se observa concordancia con los valores hallados en ensamblajes de aguas someras (isobata 30m) (Bustamante, 2006). Aunque el valor de H considerado normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 a se consideran bajos y superiores a 3 son altos. Para lo determinado en el presente trabajo sólo el periodo de Octubre 2008 es contrario a los valores normales Pla (2006).

Los valores bajos de Diversidad (H') de febrero 2007 y octubre 2007, y sus valores de dominancia podría relacionarse con lo sostenido por Muniz *et al.* (2013), donde alteraciones físicas podrían ser responsables de la baja diversidad, el tamaño pequeño de la fauna dominante, y por la gran variabilidad en el número de especies y abundancia relativa de estos conjuntos. Estos hechos sugieren que el principal factor de estructuración es la perturbación física debido a las fuerzas hidrodinámicas. Sin embargo, en otras investigaciones se reportó que entre 0 - 6 de profundidad la descarga de aguas residuales sería un factor de estructuración importante en poblaciones de poliquetos y comunidades macrobentónicas (Elías *et al.*, 2001).

La interpretación de estos índices basados en la abundancia relativa de

las especies nos permite identificar en la comunidad sensibles a las perturbaciones ambientales, así como como nos alerta de procesos empobrecedores, lo que podría biológicamente justificarse por la presencia de los poliquetos *Owenia* sp., *Glycera* sp., *G. americana* y *H. johnsoni*, especies bioindicadoras de contaminación de puertos.

La comunidad macrozoobentónica asociada al banco natural del concha de abanico *A. purpuratus* de la Isla San Lorenzo en la bahía del Callao, durante el periodo 2006-2008, estuvo conformada por 78 taxas pertenecientes a 50 familias, distribuidos en 5 phylum: Cnidaria, Mollusca, Annelida, Arthropoda y Echinodermata, correspondiente a 10 grupos taxonómicos: 27 Gastropoda, 20 Malacostraca, 9 Bivalvia, 8 Polychaeta, 4 Echinoidea, 4 Polyplacophora, 3 Anthozoa, 1 Holoturoidea, 1 Ophiuroidea y 1 Asteroidea. Gastropoda fue el mejor representado con el 34,62% del total de las especies. Los grupos Gasterópoda, Malacostraca y Bivalvia presentaron mayor distribución porcentual en riqueza de especies (R) en los seis periodos evaluados. Quince especies representaron más del 95% de la abundancia porcentual de la comunidad macrozoobentónica, siendo las 5 de mayor abundancia: *N. dentifer*, *C. dilatata*, *T. euryomphala*, *Diopatra* sp. y Ophiuroidea. La variabilidad de la comunidad macrozoobentónica, pudo ser explicada a través de dos componentes (94,92%; CP₁ y CP₂), El primer componente principal describe la comunidad presente en las evaluaciones de verano- otoño (abril

2006, febrero 2007 y marzo 2008) con temperaturas de 19°C, 24°C y 20°C y el segundo componente principal las evaluaciones de primavera (octubre 2006 y octubre 2008) con temperaturas de 18°C y 17°C. La correspondencia a estas dos componentes se da por ser similares en la proyección presentando prácticamente las mismas especies y los mismos valores. Desde el punto de vista trófico la comunidad de la Isla San Lorenzo se caracterizó por dos grandes bloques para el análisis, los herbívoros – suspensívoros dependientes de los productores (46,25%) y el de los carnívoros como consumidores (45%), considerando que el área evaluada se encuentre en una zona de surgencia costera.

Las densidades de cinco especies estuvieron bien correlacionadas con el factor ambiental TSM °C: *N. dentifer*, *T. euryomphala*, *X. buxeus*, *G. ovata* y *Pagurus* sp. El valor más alto de diversidad de Shannon-Weaver (H') de la comunidad macrozoobentónica asociada al banco natural del concha de abanico *A. purpuratus* de la Isla San Lorenzo en la bahía del Callao correspondió al muestreo de octubre 2008 con un valor de 1,99 bits.ind.⁻¹ y los valores más bajos se registraron en febrero 2007 y en octubre 2007.

El manejo convencional de las pesquerías se centra en una sola especie o población, suponiendo que la produc-

tividad de la pesquería depende únicamente de las características intrínsecas de la dinámica de la población del recurso objetivo. Estudios recientes han demostrado que este manejo es insuficiente, manifestando que la sustentabilidad de una pesquería se debe abarcar desde un enfoque ecosistémico, es decir, contemplando la comunidad asociada a la población objetivo y los efectos que causarían su explotación sobre la misma existe una importante actividad pesquera en torno a *A. purpuratus* por lo que se recomienda continuar con los estudios biológicos en esta área para determinar sus niveles poblacionales y características biológicas de otros recursos encontrados, así como los cambios a las condiciones medio ambientales, a fin de contribuir con un aprovechamiento óptimo y racional de los recursos pesqueros en el área. Trabajos de caracterización de la comunidad y de evaluación de la diversidad asociada al banco natural de *A. purpuratus*, sirven como base para programas de vigilancia ambiental (Argüelles *et al.*, 2012). Considerando que este tipo de estudios identificó aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales (Paredes *et al.*, 1999) así como la dominancia o presencia de algunas están relacionados a contaminación por actividades portuarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álamo, V. & Valdivieso, V. 1987. Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú. Instituto del Mar Perú. Boletín Volumen Extraordinario, 1-205.
- Aldea, C. & Valdovinos, C. 2005. Moluscos del intermareal rocoso del centro-sur de Chile (36-38 S) taxonomía y clave de identificación. *Gayana*, 69: 364-396.
- Argüelles, J.; Taipe, A. & Tenorio, J. 2004. Prospección oceanográfica para la determinación de bancos naturales de invertebrados marinos comerciales entre Islotes Pescadores, Ancón, e Isla Ventanillas. Informe del Instituto del Mar del Perú. Mayo 2005. pp. 2-20.
- Argüelles, J.; Taipe, A.; Sanjinez, M.; Sarmiento, M.; Crispín, A. & Tello, E. 2012. Monitoreo de invertebrados marinos en estaciones fijas del Callao, 2008-2012. Informe del Instituto del Mar del Perú, 39: 199-211.
- Arntz, W. & Fahrbach, E. 1996. *El Niño. Experimento climático de la naturaleza. Causas físicas y efectos biológicos*. Fondo de Cultura Económica. México. 312 pp.
- Avendaño, R.; Riquelme, E.; Escribano, R. & Reyes, N. 2001. Supervivencia y crecimiento de post-larvas de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) en Bahía Inglesa, Chile: efectos del origen, distribución en la bahía y bacterioflora larval. *Revista chilena de historia natural*, 74: 669-679.
- Berrú, P. 2013. Evaluación poblacional de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) e impacto en sus bancos naturales por la Influencia de autorizaciones acuícolas de repoblamiento en la región Áncash-Perú. *Científica*, 10: 48-58.
- Bosman, A.L.; Hockey, P. & Siegfried, W.R. 1987. The influence of coastal upwelling on the functional structure of rocky intertidal communities, *Oecologia*, 72: 226-232.
- Bustamante, C. 2006. *Caracterización ecológica del ecosistema bentónico submareal en las áreas costeras de la VIII Región, Chile, Criterios de manejo y legislación para la conservación Marina*. Tesis de grado para optar por el título de Biólogo. Universidad Austral de Chile.
- Calva, L. 2002. Hábitos alimenticios de algunos equinodermos: Estrellas de mar y estrellas serpiente. *ContactoS*, 46:59-68.
- Camus, P. & Andrade, A. 1999. Diversidad de comunidades intermareales rocosas del norte de Chile y el efecto potencial de la surgencia costera. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72: 389- 410.
- Chaparro, O.; Montiel, Y.; Segura, C.; Cubillos, V.; Thompson, R. & Navarro, J. 2008. The effect of salinity on clearance rate in the suspension-feeding estuarine gastropod *Crepidatella dilatata* under natural and controlled conditions. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76: 861-868.

- Chirichigno, N. 1970. *Lista de crustáceos del Perú (Decapoda y Stomatopoda)*. Informe del Instituto del Mar Perú, 35: 1-237.
- Cisneros, R.; Bautista, J. & Argüelles, J. 2008. Crecimiento comparativo de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en sistemas suspendidos. *Ecología Aplicada*, 7: 81-87.
- Elías, R.; Bremec, C. & Vallarino, E. 2001. Polychaetes from a southwestern shallow shelf Atlantic area (Argentina, 38 S) affected by sewage discharge. *Revista chilena de historia natural*, 74: 523-531.
- FIP (2005). Proyecto N° 2005-14, *Validación de la metodología de evaluación de bancos naturales de recursos hidrobiológicos y praderas de algas*. Universidad Austral de Chile.
- Guillén, O.; Aquino, R. & Jacinto, M. 1986. Distribución de trazas de metales en el puerto del Callao, *Boletín del Instituto del Mar del Perú*, 10: 188-210.
- Guabloche, A.; Alvarez, J.; Rivas, R.; Hurtado, S.; Pradel, R. & Iannacone, J. 2013. Imposex in the marine snail *Xanthochorus Buxea* (Broderip, 1833) (Muricidae) from the South American Pacific. *The Biologist (Lima)*, 11: 237-249.
- Henríquez, G. 1976. *Claves de identificación y datos biológicos de jaibas y pancoras comerciales de Chile*. Instituto de Fomento Pesquero. Chile.
- HIDRONAV. 1999a. *Carta Náutica de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú*. Hidronav-1390. Cap. 4, Punta Chao a Callao, Pág.106.
- HIDRONAV. 1999b. *Carta Náutica de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú*. Hidronav-1396. Cap. 4, Punta Chao a Callao, Pág.112.
- Iannacone, J. & Alvariano, L. 2005. Morfometría, proporción sexual y selectividad a conchillas de gasterópodos de tres especies simpátricas de cangrejos ermitaños *Pagurus* (Decápoda. Anomura, Paguridae) en la bahía de Ancón, Lima, Perú. *Gayana*, 69: 139-143.
- Jenkins, H. 1979. *Mediterranean Coastal Pollution Proceedings of a Conference Held in Palma, Mallorca, 24-27*. 1st Ed. September. 878 pp.
- Maguiña, L. 2004. *Análisis biológico y económico del engorde de concha de abanico *Argopecten purpuratus* en cultivo suspendido a diferentes densidades en la zona de Casma*. Tesis para optar el título de ingeniero pesquero. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú, pp.14.
- Mendo, J. & Wolff, M. 2002. *Pesquería y manejo de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia*. En: *Bases ecológicas y socioeconómicas para el manejo de los recursos vivos de la Reserva Nacional de Paracas*. Mendo, J. & Wolff, M. (Eds). Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima – Perú, pp. 188-189.

- Montesinos, M. 2011. *Revisión taxonómica de los asteroideos del mar peruano*. Tesis de grado para optar por el título de Biólogo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Montecino, Y. 2013. *Efectos latentes en juveniles de *Crepidatella dilatata* (Lamarck, 1822) sometidas a estrés durante su periodo de incubación: vulnerabilidad a la depredación*. Tesis de grado para optar por el título de Biólogo. Universidad Austral de Chile
- Morales, M. 2011. *Revisión Taxonómica de los Asteroideos del Mar Peruano*, Tesis de grado para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima-Perú.
- Muniz, P.; da Cunha Lana, P.; Venturini, N.; Elias, R.; Vallarino, E.; Bremec, C.; de Castro Martins, C. & Sandrini Neto, L. 2013. *Un manual de protocolos para evaluar la contaminación marina por efluentes domésticos*. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil). Fundação da Universidade Federal do Paraná (FUNPAR-UFPR). 129 p.
- Pacheco, A. & Garate, A. 2005. Bioincrustantes en estructuras de cultivo de *Argopecten purpuratus* en Bahía Samanco, Perú. *Ecología Aplicada*, 4: 150-152.
- 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: 5-47.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31: 583-590.
- Ramírez, R.; Paredes, C. & Arenas, J. 2003. Moluscos del Perú. *Revista de Biología Tropical*, 51: 225-284.
- Ramírez, F. & De Vreese, P. 1974. Taxonomía y distribución de los cladóceros (Crustácea, Phyllozoa) de un sector de la plataforma bonaerense y adyacencias. *Physis*, 33: 511-526.
- Romero, S. & Valdebenito, E. 2002. Larvas véliger de gastrópodos Prosobranchia provenientes de Punta de Lobos, Cuarta Región, Chile. *Revista chilena de historia natural*, 75: 491-514.
- Rumohr, H.; Bonsdorff, E. & Thomas H. Pearson, T.H. 1996. Zoobenthic succession in Baltic sedimentary habitats. *Archive of Fishery and Marine Research*, 44: 179-214.
- Tait, V. 1987. *Elementos de ecología marina*. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Tam, J.; Vera, G.; Pinto, E. & Melgar, R. 2000. Modelo de simulación de los efectos ecotoxicológicos del cadmio sobre el crecimiento poblacional de la microalga *Skeletonema costatum* (Greville). Informe del Instituto del mar Perú, 130:1- 4.
- Tena, J.; Capaccioni-Azzati, R.; Torres-Gavila, F. & Porras, R. 1993. Anélidos poliquetos del antepuerto de Valencia: distribución y categorías tróficas. *Publicación Especial Instituto Español de Oceanografía*, 11: 15-20.

- Velazco, F. 1999. *Caracterización sedimentológica de la bahía del Callao y la zona frente a Ventanilla* (11 50'S-12 06'S y 77 08'W-77 14'W). Resúmenes ampliados. COLACMAR, pp. 629-630.
- Velazco, F. 2001. *Geomorfología marina y ambiental del área entre la bahía del Callao y Ventanilla*. Tesis de Grado de Ingeniero Geólogo. Universidad Nacional de Ingeniería. 120p.
- Veliz, D. & Vásquez, J.A. 2000. La Familia Trochidae (Mollusca: Gastropoda) en el norte de Chile: consideraciones ecológicas y taxonómicas. *Revista chilena de historia natural*, 73: 757-769.
- Villamar, F. 2013. Estudio de los poliquetos (Gusanos marinos) en la zona intermareal y submareal de la Bahía de Manta (Ecuador), y su relación con algunos factores ambientales, durante marzo y agosto del 2011, *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 18:117-130.
- Viviani, C. 1969. Los Porcellanidae (Crustacea: Anomura) Chilenos. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 6: 40-56.
- Werding, B. 1984. Los Porcelánidos (Crustacea: Anomura: Porcellanidae) de la Isla de Providencia, Colombia. Instituto de Investigación Marina. Punta Boletín, 14: 3-16.
- WoRMS (World Register of Marine Species). 2016. <http://www.marinespecies.org/> leído el 20 de agosto del 2018.

Received October 11, 2018.

Accepted December 27, 2018.