

INDICADORES BIOLÓGICOS Y POBLACIONALES DE MACHA (*Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818)) EN EL LITORAL DE AREQUIPA – 2015

BIOLOGICAL AND POPULATION INDICATORS OF MACHA CLAM (*Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818)) ON THE AREQUIPA'S COAST, 2015

Aldrin Monroy¹ Stevens Lucero Deysi Valdivia Marco Quiroz

RESUMEN

MONROY A, LUCERO S, VALDIVIA D, QUIROZ M. 2021. *Indicadores biológicos y poblacionales de macha (Mesodesma donacium (Lamarck, 1818)) en el litoral de Arequipa – 2015. Inf Inst Mar Perú. 48(2): 210-226.* - En el 2015 se monitorearon playas arenosas de las provincias de Islay (de Punta Corio a Mollendo), Camaná (de El Chural a La Chira) y Caravelí (entre Tanaka y La Mansa). En Islay, la especie se distribuyó entre Las Cuevas (Punta de Bombón) y Segunda Playa (Mollendo). Mayores concentraciones entre Agua Salada y El Tablón (sur del BN) y entre Sombrero Grande y Sombrero Chico (norte del BN); en julio la densidad varió de 0 a 15,25 Ejem/15' con tallas de 35 a 92 mm de LV y promedio en 61,82 mm; el 77,51% fue menor a la Talla Mínima de Captura (TCM= 70 mm). En octubre la densidad estuvo entre 0 y 10,30 Ejem/m² con tallas de 10 a 85 mm de LV y promedio de 59,12; el 84,04% de ejemplares fue menor a la TMC. En Camaná se distribuyó de Los Hornos a Cerrillos (Quilca); mayores concentraciones en Las Cuevas y Cerrillos (sur del BN) y entre El Corral y Rancho Chico (norte del BN), la densidad relativa varió en febrero de 0 a 1,50 Ejem/15', la talla de 29 ejemplares fluctuó entre 49 y 96 mm de LV; en junio de 0 a 2,00 Ejem/15', la talla de 13 ejemplares varió de 10 a 93 mm; y en octubre de 0 a 1,25 Ejem/15', la talla de 15 ejemplares estuvo entre 40 y 95 mm de LV. En Caravelí en julio solo se observó en La Mansa (norte del BN), La Brava 3 (centro del BN) y Tanaka (sur del BN), la talla de 3 ejemplares fue 33, 38 y 84 mm LV. Los perfiles de las playas se caracterizaron por pendiente muy suave y suave; las playas se clasificaron como intermedias y disipativas, según los valores del parámetro Ω (MBC, *morphodynamic boundary condition*). En el componente planctónico se observaron larvas de bivalvos del tipo D y umbonadas.

PALABRAS CLAVE: *Mesodesma donacium*, macha, banco natural, densidad relativa, Arequipa

ABSTRACT

MONROY A, LUCERO S, VALDIVIA D, QUIROZ M. 2021. *Biological and population indicators of macha clam (Mesodesma donacium (Lamarck, 1818)) on the Arequipa's coast, 2015. Inf Inst Mar Peru. 48(2): 210-226.* - In 2015, we monitored sandy beaches in the provinces of Islay (from Punta Corio to Mollendo), Camaná (from El Chural to La Chira), and Caravelí (between Tanaka and La Mansa). In Islay, the species was distributed between Las Cuevas (Punta de Bombón) and Segunda Playa (Mollendo). Higher concentrations were found between Agua Salada and El Tablón (south of the natural bank-NB) and between Sombrero Grande and Sombrero Chico (north of the NB). In July, the density ranged from 0 to 15.25 Spec./15' with sizes from 35 to 92 mm VL and a mean of 61.82 mm. A total of 77.51% were smaller than the Minimum Catch Size (MCS= 70 mm). In October, the density was between 0 and 10.30 Spec./m² with sizes from 10 to 85 mm VL and mean at 59.12. A total of 84.04% of specimens were smaller than the MCS. In Camaná, it was distributed from Los Hornos to Cerrillos (Quilca). Higher concentrations were found in Las Cuevas and Cerrillos (south of the NB) and between El Corral and Rancho Chico (north of the NB). In February, the relative density varied from 0 to 1.50 Spec./15', the size of 29 specimens ranged between 49 and 96 mm VL. In June, it varied from 0 to 2.00 Spec./15', the size of 13 specimens ranged from 10 to 93 mm. In October, it fluctuated between 0 and 1.25 Spec./15', the size of 15 specimens ranged between 40 and 95 mm VL. In Caravelí, we observed macha clam in July only in La Mansa (north of the NB), La Brava 3 (center of the NB), and Tanaka (south of the NB), the size of 3 specimens was 33, 38, and 84 mm VL. Beach profiles were characterized by very gentle and gentle slopes. Beaches were classified as intermediate and dissipative, according to the values of the parameter Ω (MBC, *morphodynamic boundary condition*). In the planktonic component, we observed D-type and umbonate bivalve larvae.

KEYWORDS: *Mesodesma donacium*, macha clam, natural bank, relative density, Arequipa

1. INTRODUCCIÓN

La macha (*Mesodesma donacium* Lamarck, 1818) es un molusco bivalvo perteneciente al orden Pelecipoda, se distribuye de forma continua en playas arenosas expuestas a fuertes oleajes y corrientes de deriva litoral, pero no uniforme en las zonas meso e infralitoral (hasta 15 o 20 metros de pro-

fundidad). Su abundancia disminuyó por sobrexplotación ante la demanda de empresas congeladoras-ensadoras y por El Niño 1997 – 1998, que ubicó a su pesquería en situación de colapso pesquero, determinándose la necesidad de establecer medidas de protección entre las cuales se encuentra la veda en Arequipa, Moquegua y Tacna, dispuesta por la Resolución Ministerial N° 099-99-PE.

¹ IMARPE Camaná. Punta Nueva, Mz 7, Lote8, Cerrillos, 1 Zona A Samuel Pastor, amonroy@imarpe.gob.pe

El 2015 el IMARPE Sede Camaná, efectuó el “Monitoreo de los indicadores biológicos y poblacionales del recurso macha (*Mesodesma donacium* Lamarck, 1818) en sectores del litoral de Arequipa”, con la finalidad de monitorear su población en los bancos de las provincias de Camaná, Caravelí e Islay, determinando los principales focos de concentración y aspectos biométricos, además de monitorear algunos parámetros morfodinámicos de playa y el componente planctónico.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El 2015 los monitoreos se realizaron en las provincias de Islay, Camaná y Caravelí.

- Islay: Monitoreo I: 24 y 27 de julio.
Monitoreo II: 13 y 16 de octubre.
- Camaná: Monitoreo I: 17 y 19 de febrero.
Monitoreo II: 1 y 3 de junio.
Monitoreo III: 20 y 23 de octubre.
- Caravelí: Monitoreo I: 10 y 13 de julio.

Cobertura geográfica de estudio

Islay.- Comprendió la playa arenosa entre Punta Corio y Mollendo, con extensión de 52 km, los límites geográficos por el norte fueron 72,00577°W – 17,03334°S y por el sur 71,59867°W – 17,24596°S (Fig. 1).

Camaná.- Comprendió desde El Chural hasta La Chira, con extensión de 50 km, los límites geográficos del área fueron por el norte 72,91610°W – 16,52069°S y por el sur 72,45620°W – 16,69954°S (Fig. 2).

Caravelí.- Comprendió de Tanaka a La Mansa, con extensión de 58 km, los límites geográficos por el norte fueron 74,94320°W -15,49957°S y por el sur 74,46208°W – 15,72601°S (Fig. 3).

Zonación de la playa

Se identificó, delimitó y registró la amplitud de zonas de playa, empleando estacas y cinta métrica de 30 metros, siguiendo el esquema propuesto por SALVAT (1964).

Morfodinámica y perfil medio de playa

En base a BERNABEU *et al.* (2003) se caracterizaron los perfiles de playa. Se efectuó el levantamiento

topográfico (BANNISTER *et al.*, 2002; COMPTON, 1985) utilizando el clinómetro con precisión de 1°, iniciando las mediciones del perfil en el límite de la zona de secado, en la zona de duna, o al frente de alguna interrupción física, extendiéndolas hasta el nivel medio de la zona de resurgencia; mediante un estadal, con precisión de 1 cm, se registró diferencias de nivel a 5 m de distancia hasta donde el estadal pudo ser sostenido por una persona.

El límite en la zona sumergida comprende la rompiente de ola. La distancia de muestreo en cada perfil fue 5 m.

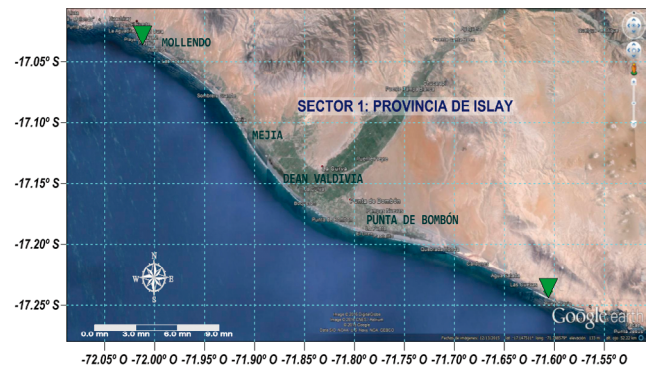


Figura 1.- Área de monitoreo Islay entre Punta Corio y Mollendo



Figura 2.- Área de monitoreo Camaná entre El Chural y La Chira



Figura 3.- Área de monitoreo Caravelí entre Tanaka y La Mansa

El nivel de mar se calculó mediante corrección utilizando la Tabla de mareas de la Marina de Guerra del Perú. La pendiente de playa se calculó según la metodología de LARSON & KRAUS (1994), mediante el ajuste del perfil natural de la playa con el perfil de equilibrio basado en la expresión exponencial $Z=ax^b$.

Cada perfil se inició desde una referencia cuya posición geográfica fue determinada con un sistema de posicionamiento global. Los perfiles estuvieron separados por 3000 m.

Se empleó la ecuación de condición de frontera morfodinámica (MBC, *Morphodynamic boundary condition*) adaptada por BENEDET *et al.* (2004) $\Omega = Hb/WsT$.

Donde: Hb es la altura de ola en rompiente (m), Ws es la velocidad de asentamiento de la partícula (m/s) y T es el período de ola (s).

Empleando el parámetro Ω es posible identificar playas disipativas ($\Omega > 6$), intermedias (Ω entre 1 y 6) o reflectivas ($\Omega < 1$).

Para determinar la velocidad de asentamiento de la partícula (Ws) se empleó la fórmula de TOLEDANO y SILVA (2005), quienes trabajaron con arenas de playa de la región estudiada (arenas finas biogénicas carbonatadas) y basados en BRUUN (1954) y DEAN (1977) para partículas carbonatadas cuya mediana (D50) está entre 0,1 y 1 mm: $Ws = 273 \times D50^{1.1}$

Análisis de plancton

Se recolectaron ocho muestras de agua de mar, filtradas de 100 m³ con red estándar de 75 μ m y un balde de plástico de 10 litros, evitando el trasvase de arena, sedimento y material particulado. Las muestras se fijaron con formalina al 4% en frascos de 250 mL.

Para el análisis cualitativo y cuantitativo, se sedimentó la muestra hasta obtener 5 mL, se extrajo 1 gota que fue colocada en lámina portaobjeto. En el microscopio compuesto se efectuó la identificación y conteo de los organismos hasta el menor nivel taxonómico posible; este proceso se realizó tres veces. Los resultados se expresaron en número de células por litro. Se elaboró un listado de acuerdo a la

escala de abundancia relativa; 4: Muy abundante (mayor a 20 cel/c), 3: Abundante (entre 11 y 20 cel/c), 2: Escaso (entre 4 y 10 cel/c), 1: Presente (entre 1 y 3 cel/c) y 0: Ausente.

Para la identificación taxonómica se consultó a HUSTEDT (1930), CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), SCHILLER (1971), BALECH (1988), SUNDSTRÖM (1986), HEIMDAL (1993), THRÖNDSSEN (1993), HASLE & SYVERTSEN (1996) y STEIDINGER & TANGEN (1996).

Para determinar las especies planctónicas que conforman la dieta de la "macha" (Ítem presa) se consultó a FLORES (2007).

Macroinfauna acompañante

Para determinar la composición de la macroinfauna asociada mayor a 2000 micras en la zona intermareal, se registró presencia de macroinvertebrados de manera simultánea en las mismas localizaciones de las actividades de recolección, siguiendo la estimación visual por grupo taxonómico según la escala de abundancia - dominancia de BRAUN BLANQUET (1979): + = menos del 1%; 1 = 1-5%; 2 = 6-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = 76-100%.

La identificación se hizo *in situ* y los que no se pudieron identificar fueron colocados en bolsas de polietileno, etiquetados y fijados en formalina al 10% para su identificación en laboratorio. Se utilizaron los trabajos de MARINCOVICH (1973), PAREDES (1974), TARAZONA (1974), FAUCHALD (1977), HOBSON & BANSE (1981), MÉNDEZ (1981, 1982), ÁLAMO y VALDIVIESO (1997).

La determinación de índices ecológicos univariados se realizaron siguiendo las rutinas del programa computacional PRIMER (CLARKE & GORLEY, 2001).

Obtención de la muestra "por delante de la línea de rompiente de ola"

En la zona del intermareal medio e inferior se establecieron entre 25 y 30 transectos perpendiculares a la línea de costa dependiendo de la extensión de cada sector de estudio, separados por 2500 o 3000 metros latitudinales o longitudinales; donde se dispusieron los pescadores artesanales o macheros para efectuar la búsqueda de la macha.

Los muestreos se realizaron atendiendo a las particularidades de marea y oleaje (horas de bajamar), la energía del ambiente de esta zona y considerando como factor determinante la experiencia y pericia de los macheros.

Para realizar el método del barrido, en cada transecto en la zona intermareal, se dispusieron 4 macheros provistos de un chinguillo con aro metálico (distanciados perpendicularmente a la línea de costa cada 10 m, comenzando de la parte más cercana a la línea de rompiente de ola (zona de saturación) avanzando hacia la parte media (zona de resurgencia) y próxima a la orilla (zona de retención).

Estructura de tallas

Se realizaron mediciones biométricas de la máxima longitud valvar (LV) utilizando un malacómetro con exactitud al milímetro y pesados en una balanza de precisión de 0,01 g, registrándose los valores de Peso total, Peso húmedo de las partes blandas (masa visceral y gónada).

Relación Longitud valvar- Peso total

Se estableció esta relación usando un modelo de regresión potencial ($y = ax^b$), siendo la longitud valvar la variable independiente y el peso total la variable dependiente, según la ecuación:

$$PesoTotal_g = a * (Longitud_valvar_{mm})^b$$

Donde a y b son las constantes estimadas en la regresión.

3. RESULTADOS

Caracterización morfológica

Las zonas estudiadas en Islay entre Punta Corio y Mollendo, en Camaná entre El Chural y La Chira y en Caravelí entre Tanaka y La Mansa; se caracterizan por presentar playas expuestas y poco escarpadas, característica morfodinámica que la incluye en las playas de tipo intermedia - disipativa (WRIGHT & SHORT, 1984).

Zonación de la playa

En la tabla 1, se presenta la caracterización de las playas en los transectos, utilizando la zonación propuesta por SALVAT (1964).

El análisis de la posición de la línea de costa, en toda la extensión de monitoreo, en la provincia de Islay mostró en octubre tendencia a incrementar el ancho de playa, con amplitud de 100 metros desde el margen de la zona de resurgencia; mientras que en julio presentó un leve retroceso.

En la provincia de Camaná durante febrero se observó tendencia a incrementar el ancho de playa, con amplitud de 110 metros (zona de resurgencia y saturación); mientras que en junio tendió a retroceder a 105 metros, con erosión y profundización del perfil medio de 25 metros desde el margen de la zona de resurgencia. En octubre se observó que la posición de la línea de costa tendió a retroceder a 95 metros; sin embargo, presentó tendencia a progradar hacia el mar por sedimentación, presentando una barra a 65 metros del margen de la zona de resurgencia.

En la provincia de Caravelí en julio mostró tendencia de línea de costa a retroceder con amplitud de 115 metros el ancho de playa debido a una fuerte erosión en toda la extensión.

Morfodinámica y perfil medio de playa

La pendiente del substrato es una de las variables que definen la naturaleza de una playa de arena (SHORT, 1996). Las playas de arena son clasificadas en base a la acción del oleaje incidente como playas reflectivas: de gran pendiente ($>15^\circ$) y playas disipativas: de muy baja pendiente ($<5^\circ$) (BRAZEIRO, 2001). Desde esta perspectiva, las zonas estudiadas mantienen características de tipo intermedio - disipativa.

Los perfiles obtenidos en la provincia de Islay muestran que la extensión de monitoreo en julio se caracterizó por presentar playas escarpadas con pendiente de $0,74^\circ$, disminuyendo en octubre ($0,45^\circ$) gracias al aporte sedimentario del río Tambo en primavera (Fig. 4).

En Camaná, febrero se caracterizó por presentar playas con pendiente suave de $0,34^\circ$, aumentando en junio ($0,52^\circ$) debido a la dinámica del tren de olas durante el invierno; en octubre hubo recuperación del perfil de playa con pendiente media de $0,49^\circ$ (Fig. 5).

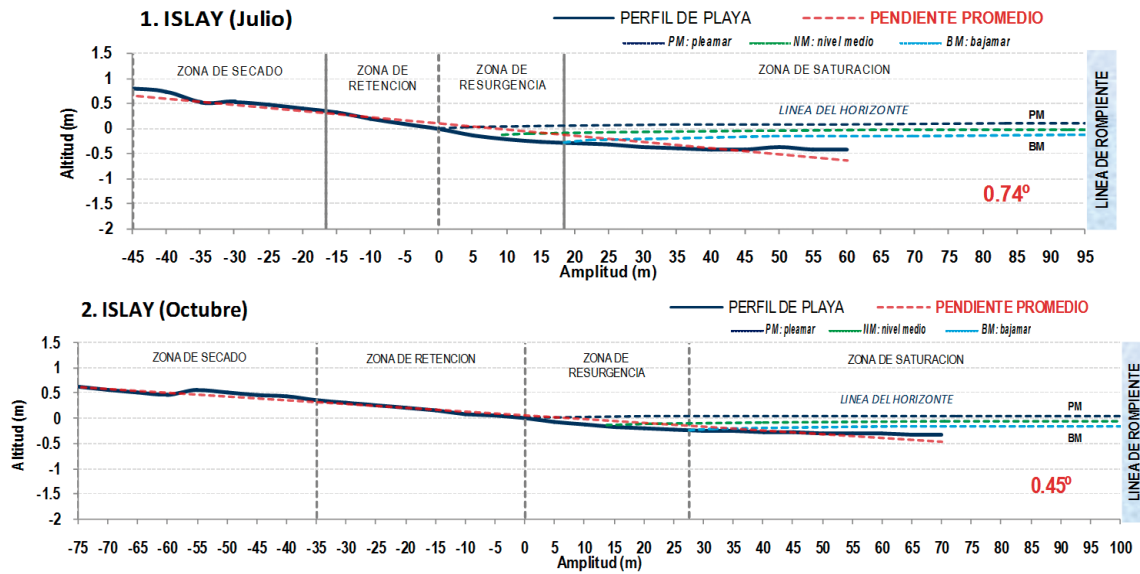


Figura 4.- Morfodinámica y perfil medio de playa en la extensión de monitoreo entre Punta Corio (Punta de Bombón) y Mollendo (Mollendo), Provincia de Islay. 2015

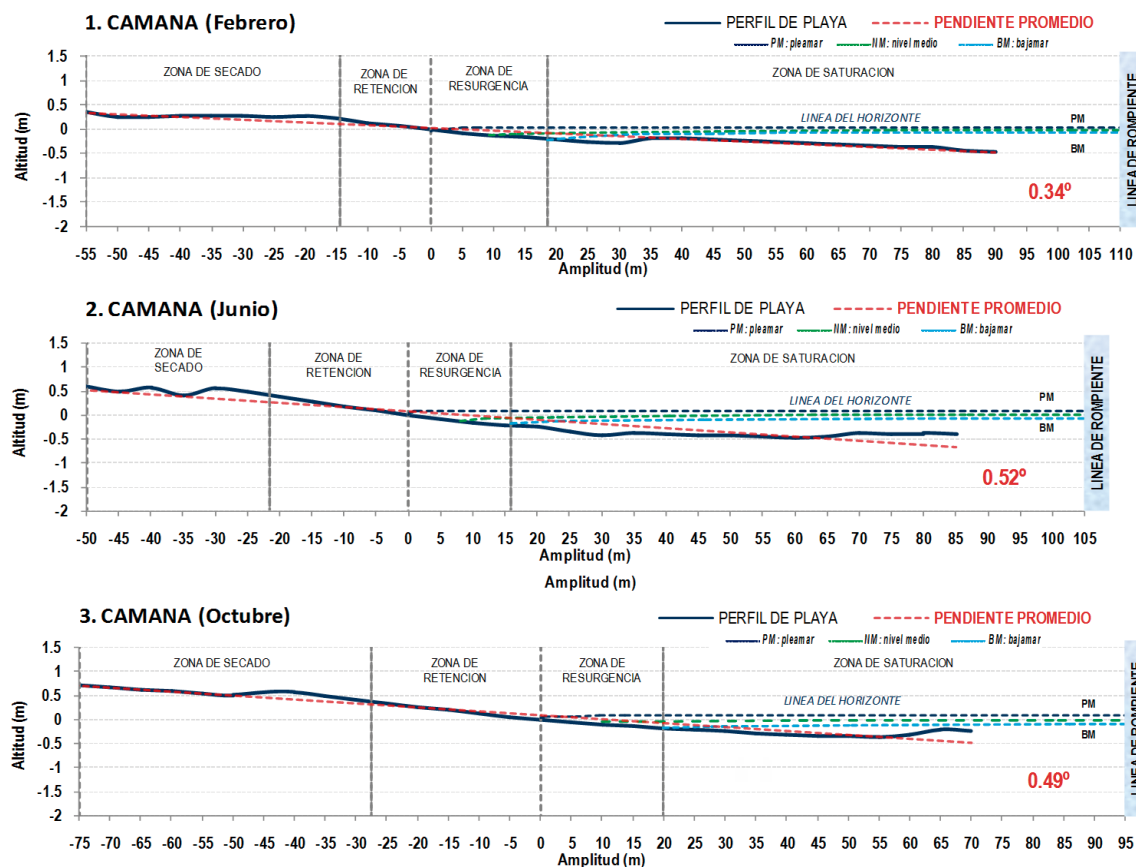


Figura 5.- Morfodinámica y perfil medio de playa entre El Chural (Quilca) y La Chira (Mariscal Cáceres), provincia de Camaná. 2015

Los perfiles obtenidos en la provincia de Caravelí muestran que la extensión de monitoreo en julio se caracterizó por playas escarpadas con pendiente pronunciada de $0,74^\circ$, debido a la dinámica del tren de olas presente en invierno (Fig. 6).

Los perfiles estudiados en Islay, en julio y octubre se clasificaron como playas intermedias-disipativas; presentando valores de Ω entre 5,86 y 4,38, respectivamente, como resultado del efecto del tamaño de partícula ante condiciones iguales

de oleaje. En Camaná esos valores oscilaron entre 4,66 y 4,72 clasificándose como playas intermedias - disipativas. En Caravelí el valor medio fue de 3,58 clasificándose como playas intermedias (Tabla 1).

Si bien para toda la costa se emplearon las mismas condiciones de clima de oleaje, Ω muestra variación en los periodos de monitoreo.

TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (TSM)

Islay.- En el primer monitoreo (julio) varió de 15,4 a 16,9 °C, con promedio 16,2 °C; en el segundo monitoreo (octubre) osciló entre 15,7 y 17,8 °C, con promedio de 16,6 °C (Fig. 7).

Camaná.- En el primer monitoreo (febrero) varió de 16,5 a 19,8 °C, con promedio de 17,9 °C, en ese periodo ocurrió la crecida del río Camaná; durante el segundo monitoreo (junio) osciló entre 17,1 y 18,3 °C, con promedio de 17,4 °C; en el tercer monitoreo (octubre) varió de 15,5 a 17,1 °C, con promedio de 16,2 °C (Fig. 8).

Caravelí.- En el monitoreo de julio los valores variaron de 15,7 a 17,9 °C, con promedio de 16,8 °C (Fig. 9).

Caracterización de componentes bióticos

Análisis de plancton.- La comunidad estuvo constituida de 35 a 64 taxa, el 57% correspondió a fitoplancton y 43% al zooplancton.

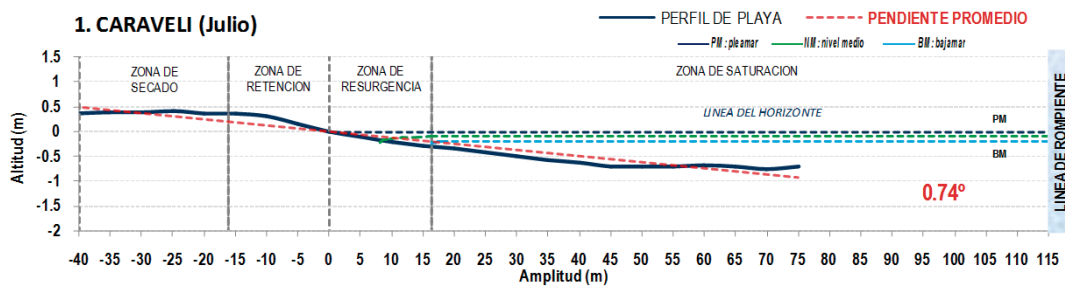


Figura 6.- Morfodinámica y perfil medio de playa entre Yauca (Yauca) y La Mansa (Lomas), provincia de Caravelí. 2015

Tabla 1.- Altura de ola (cm), periodo de ola (s), velocidad de caída (cm/s) de los Perfiles, entre El Chural (Quilca) y La Chira (Mariscal Cáceres), Provincia de Camaná. 2015

Localidad	ISLAY	ISLAY	CAMANA	CAMANA	CAMANA	CARAVELI
Variable Oceanografica	Julio	Octubre	Febrero	Junio	Octubre	Julio
Altura de Ola Hb (cm)	150	180	180	200	200	170
Periodo de Ola T (s)	11	11	9	11	8	11
Vel. de caída Ws (cm/s)	3,3	3,6	3,3	3,3	3,3	5
Parametro Ω	5,86	4,38	4,72	4,66	4,66	3,58

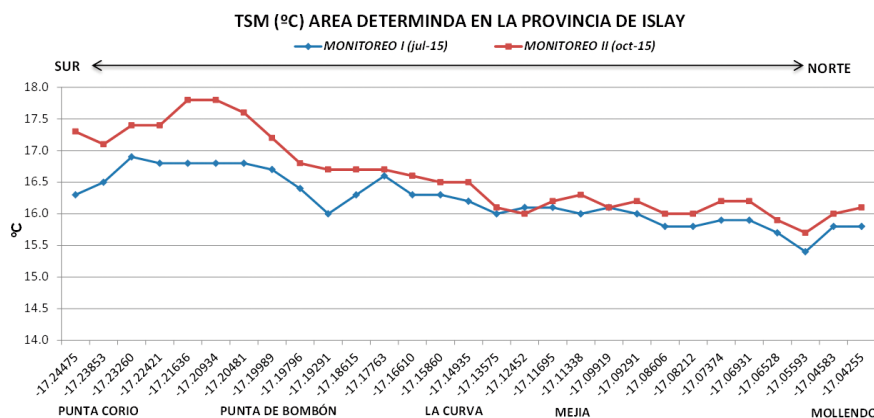


Figura 7.- TSM (°C), Islay

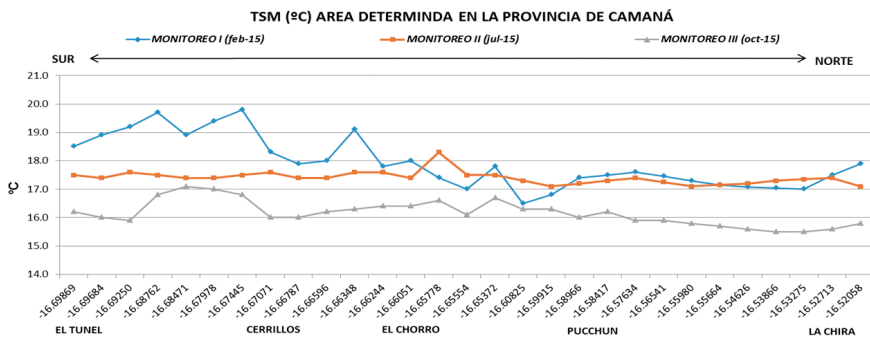


Figura 8.- TSM (°C), Camaná

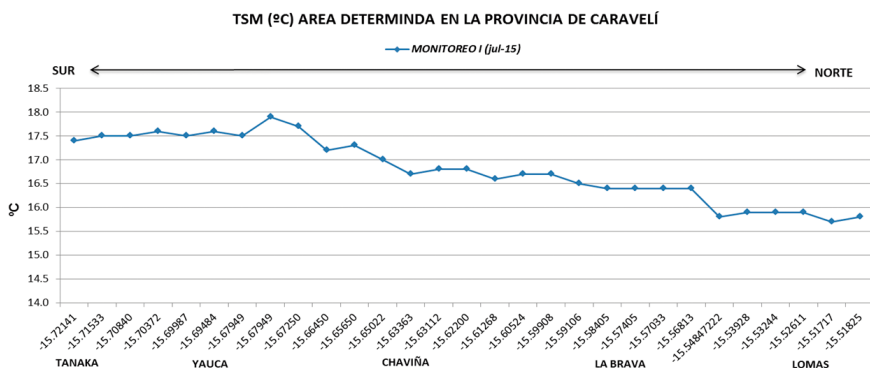


Figura 9.- TSM (°C), Caravelí

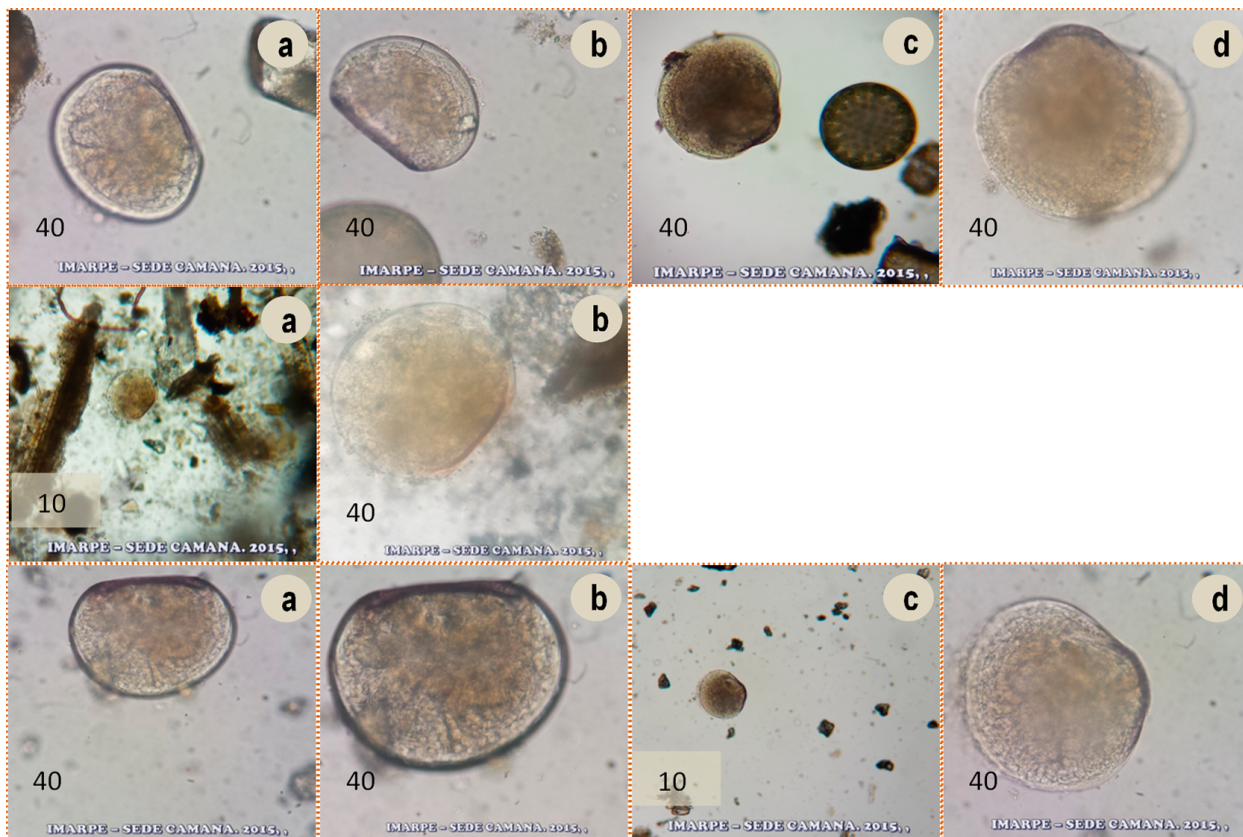


Figura 10.- Larvas de bivalvos observadas al microscopio

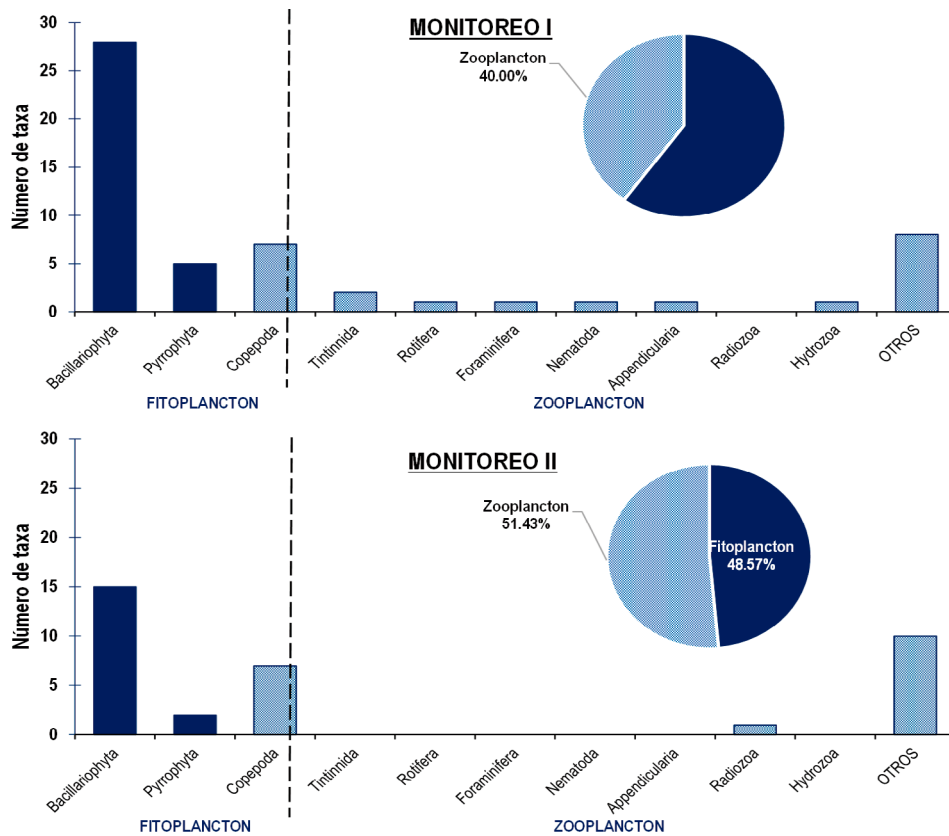


Figura 11.- Islay. Porcentaje de los grupos taxonómicos observados

Se encontraron especies que conformarían el ítem presa (de 5 a 16) como por ejemplo *Coscinodiscus centralis*, *Pleurosigma* sp., *Prorocentrum micans*, Orden Calanoida, *Favella* sp. y Tintinnida.

Durante los monitoreos se observó como parte del plancton larvas de bivalvos del tipo D y Umbonada que podrían corresponder a *M. donacium* (Fig. 10).

ISLAY

Monitoreo I.- En julio se presentó una comunidad planctónica constituida por 55 taxa (33 taxa de fitoplancton y 22 de zooplancton).

El fitoplancton estuvo representado por 28 especies de Bacillariophyta (diatomeas) y 5 Pyrrophyta (dinoflagelados). Mientras que el zooplancton estuvo representado por 14 especies de los grupos: Tintinnida, Rotifera, Foraminifera, Nematoda, Appendicularia, Radiozoa, Hydrozoa y 7 especies de copépodos. Se observó presencia de especies meroplanctónicas como larvas de Annelida, Decapoda, Mollusca (Bivalva) y Echinodermata (Fig. 11).

Monitoreo II.- En octubre, se presentó una comunidad planctónica constituida por 35 taxa (17 taxa de fitoplancton y 18 taxa de zooplancton).

El fitoplancton estuvo representado 15 especies de Bacillariophyta (diatomeas) y 2 Pyrrophyta (dinoflagelados). El zooplancton por 8 especies (7 especies de copépodos y una de Radiozoa). Se observaron especies meroplanctónicas como larvas de Annelida, Decapoda, Mollusca (Bivalva) y Brachiopoda (Fig. 11).

En ambos monitoreos *Cocconeis* sp.1 fue más abundante, otras diatomeas fueron *Chaetoceros decipiens* y *Ch. lorenzianus*. Se observó a los dinoflagelados *Dinophysis* sp.1 y *Dinothrix* sp.1 como los más abundantes, mientras que, en el zooplancton fueron los copépoda (estadio nauplio).

Ítem presa.- En julio (Monitoreo I) se reportaron 16 especies que formarían parte de la dieta de la macha, las más abundantes fueron *Cocconeis* sp.1, *Ch. decipiens* y *Ch. lorenzianus*; mientras que en octubre (Monitoreo II) se detectaron 5 especies, las más abundantes fueron *Cocconeis* sp.1, *Navicula* sp.1 y el copépodo del Orden Calanoida (Fig. 12).

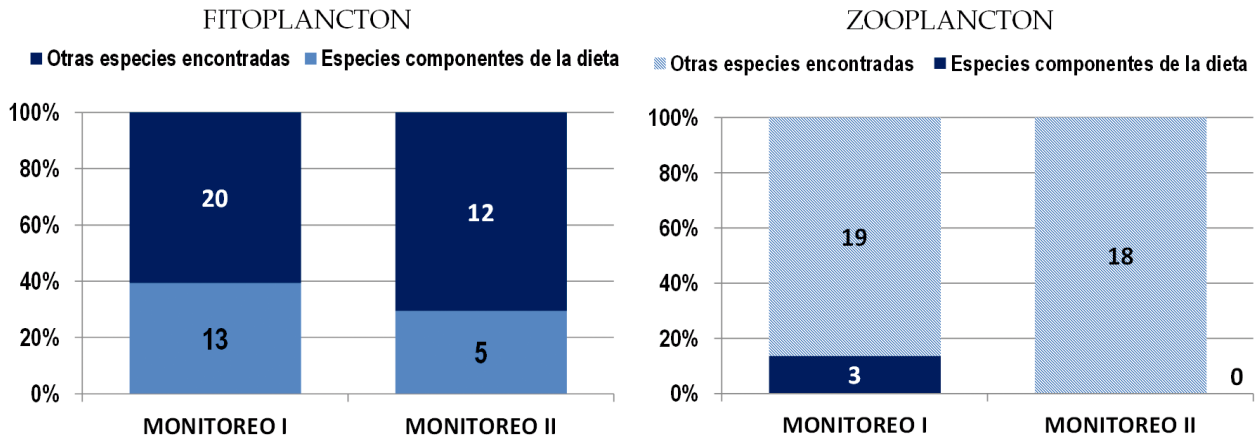


Figura 12.- Islay. Composición planctónica (Fitoplancton/ Zooplancton) semicuantitativa por monitoreo, representando el número de taxa que forma parte de la dieta de *Mesodesma donacium*

Larvas de bivalvos.- Se observaron larvas de bivalvos del tipo D y umbonadas, posiblemente de *M. donacium*; para el Monitoreo I (larva D – P3) y para el Monitoreo II (larva D – P2 y P3) y (larva umbonada – P3).

CAMANÁ

Monitoreo I.- En febrero la comunidad planctónica estuvo constituida por 36 taxa (21 de fitoplancton y 15 de zooplancton).

El fitoplancton estuvo representado por 16 especies de diatomeas neríticas, 3 especies indeterminadas de Chlorophyta y 2 dinoflagelados. Mientras que, el zooplancton por 12 especies; Tintinnida, Foraminifera, Nematoda, Appendicularia y Radiozoa, 4 especies de copépodos; se observó presencia de especies meroplanctónicas como: larvas de Annelida, Decapoda y Mollusca (Bivalva) (Fig. 13).

Monitoreo II.- En junio la comunidad planctónica estuvo constituida por 49 taxa (27 de fitoplancton y 22 de zooplancton).

El fitoplancton estuvo representado por 23 especies de Bacillariophyta (diatomeas) y 4 Pyrrophyta (dinoflagelados). Mientras que, el zooplancton por 14 especies: Tintinnida, Foraminifera, Nematoda, Appendicularia, Radiozoa y Amphipoda, 6 especies de copépodos; se observó presencia de especies meroplanctónicas como larvas de Annelida, Decapoda y Mollusca (Bivalva) (Fig. 13).

Monitoreo III.- En octubre la comunidad planctónica estuvo constituida por 47 taxa (26 de fitoplancton y 21 de zooplancton).

El fitoplancton estuvo representado por 21 especies de Bacillariophyta (diatomeas) y 5 Pyrrophyta (dinoflagelados). Mientras que, el zooplancton por 13 especies: Tintinnida, Foraminifera, Nematoda, Appendicularia, 4 especies de copépodos; se observó presencia de especies meroplanctónicas como: larvas de Annelida, Decapoda y Mollusca (Bivalva) (Fig. 13).

Se tiene a *Aulacodiscus kittoni* como la especie más abundante en los monitoreos I y II, mientras que *A. kittoni* y *Cocconeis* sp.1 para el monitoreo III, los dinoflagelados no fueron representativos en los tres monitoreos.

Para el caso del zooplancton se tiene Copépoda (estadio de nauplio) como el más abundante para el monitoreo II y el Orden Calanoida para los monitoreos I y III.

Ítem presa.- En febrero se reportaron 5 especies que estarían conformando la dieta de *M. donacium*, teniendo a *Coscinodiscus centralis* y *Pleurosigma* sp.1 como las más abundantes; en junio (13 especies) y octubre (14 especies) se observó a *Cocconeis* sp.1 y *C. centralis* como las más abundantes (Fig. 14).

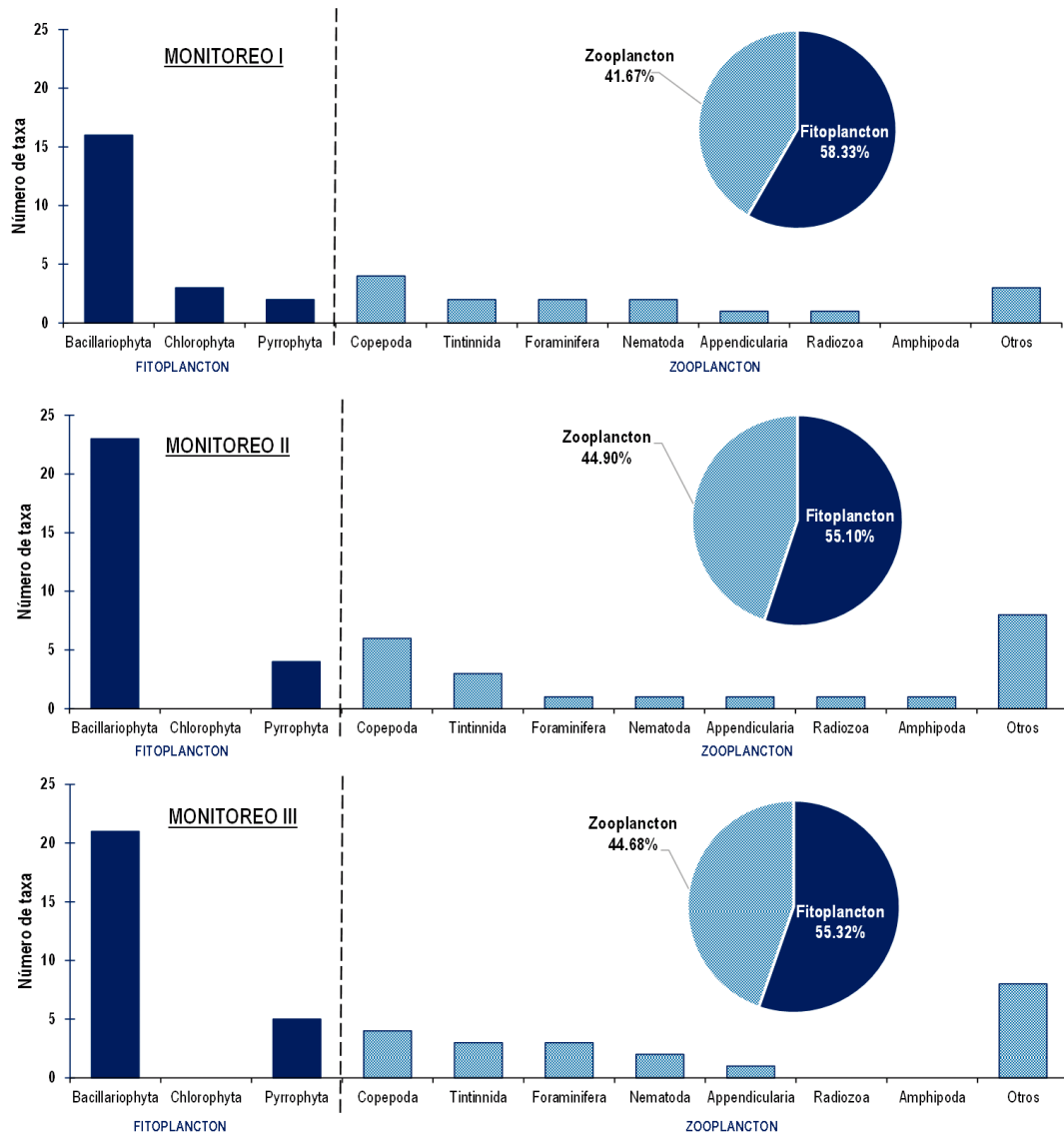


Figura 13.- Camaná. Porcentaje de los grupos taxonómicos observados

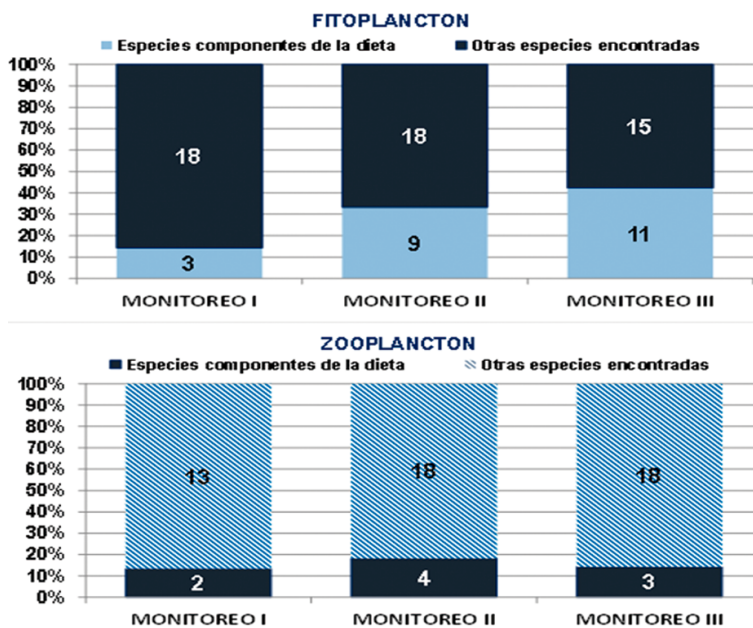


Figura 14.- Camaná. Composición planctónica (Fitoplancton/ Zooplancton) semicuantitativa por monitoreo, representando el número de taxa que forma parte de la dieta de *M. donacium*

Larvas de bivalvos.- En los monitoreos en Camaná se observó como parte de las especies planctónicas larvas de bivalvos del tipo D y umbonadas de la especie *M. donacium*, las que se observaron en muestras de plancton, para el Monitoreo I (larva D – P3, P4 y P5), para el Monitoreo II (larva D – los 6 perfiles) y (larva umbonada – P1, P2, P3 y P5) y en el Monitoreo III (larva D – P2) y (larva umbonada – P3).

CARAVELÍ

Monitoreo I.- En julio la comunidad planctónica estuvo constituida por 65 taxa (42 de fitoplancton y 23 de zooplancton).

El fitoplancton estuvo representado por 37 especies de Bacillariophyta (diatomeas) y 5 Pyrrophyta (dinoflagelados). Mientras que,

el zooplancton por 14 especies: Foraminifera, Nematoda, Appendicularia, Radiozoa, 9 especies de copépodos; se observaron especies meroplanctónicas como larvas de Annelida, Decapoda, Mollusca (Bivalva), Brachiopoda y larvas y huevos de peces (Fig. 15).

La diatomea *A. kittoni* fue una de las especies más abundante, otras diatomeas presentes fueron *Cocconeis* sp.1 y *Ch. lorenzianus*. Se reporta además presencia de dinoflagelados, el más abundante fue *Dinofthrix* sp.1.

Ítem presa.- En julio se reportaron 16 especies que estarían conformando la dieta de *M. donacium*, siendo las más abundantes *Cocconeis* sp.1, *Ch. lorenzianus*, *Navicula*, *Coscinodiscus perforatus*, *Ch. curvisetus* y *Thalassionema nitzschioides* (Fig. 16).

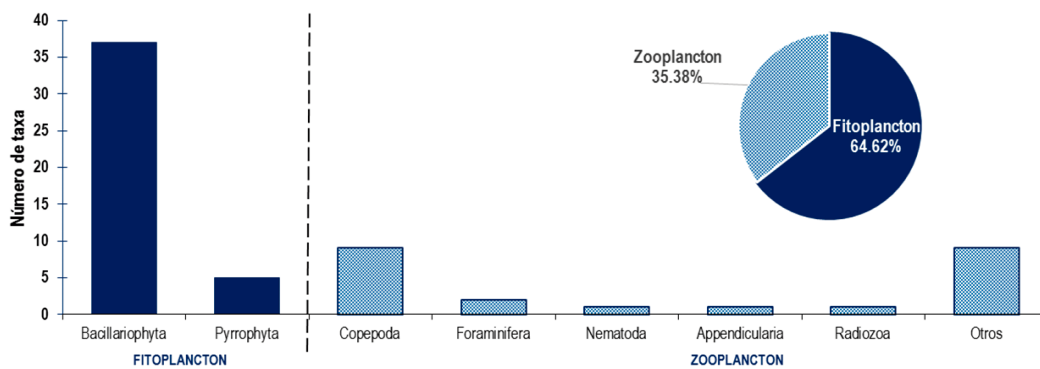


Figura 15.- Caravelí. Porcentaje de grupos taxonómicos observados. En el monitoreo del litoral de Arequipa - 2015

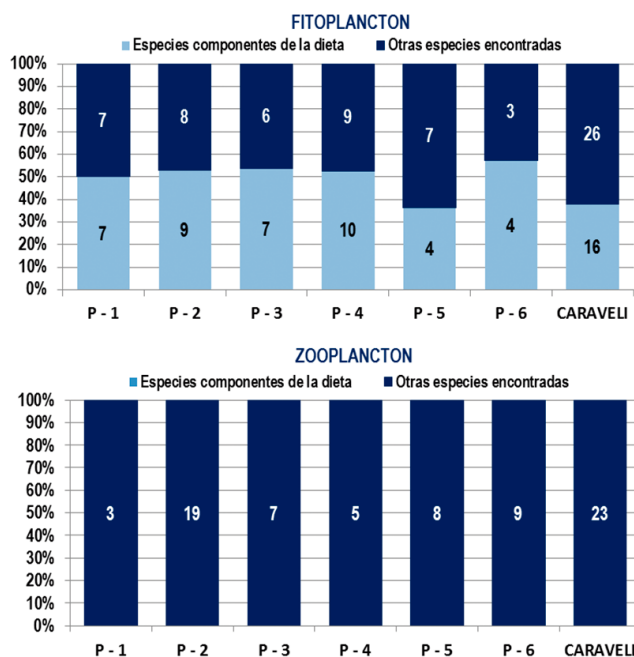


Figura 16. Caravelí. Composición planctónica semicuantitativa por perfil de muestreo, representando el número de taxa que forma parte de la dieta de *M. donacium*

Larvas de bivalvos.- Durante el monitoreo en Caravelí se observó como parte de las especies planctónicas larvas de bivalvos del tipo D de la especie *M. donacium*; estas larvas se observaron en las muestras de plancton de las estaciones P1, P2 y P3.

MACROINFAUNA ACOMPAÑANTE

Los resultados del análisis de estructura de la comunidad en los sectores determinados del litoral de Arequipa, hacen especial referencia a las especies que comparte el hábitat de la macha. Las especies más frecuentes fueron: *Emerita analoga*, *Bellia picta*, *Blepharipoda spinimana*, *Platyxanthus orbigny*, *Ocypode gaudichaudii*, *Lepidopa chilensis* y Glyceridae.

Islay.- La estructura de la comunidad de la macroinfauna en el Banco Natural de Islay, muestra que fueron entre 10 y 13 las especies que comparten el hábitat de la macha (*E. analoga*, *B. picta*, *B. spinimana*, *P. orbigny*, *Mulinia edulis*, *Ovalipes punctatus*, Glyceridae, Lumbrineridae, Nemertea, *Oliva peruviana*, *Sinum cymba*, *O. gaudichaudii*, Ophiuroideos y *Aulacomya atra*). En la Tabla 2 se muestran los índices univariados de la estructura comunitaria.

Tabla 2.- Islay. Índices univariados de la estructura comunitaria de la macroinfauna asociada al recurso "macha". S=Número de especies. d=Riqueza de especies. J=Uniformidad y H'=Diversidad

Sample	Especie S	Riqueza d	Uniformidad J'	Diversidad H'(log2)
jul-15	13	5.004	0.8301	3.072
oct-15	10	3.458	0.8571	2.847

Tabla 3.- Camaná. Índices univariados de la estructura comunitaria de la macroinfauna asociada al recurso "macha". S=Número de especies. d=Riqueza de especies. J=Uniformidad y H'=Diversidad

Sample	Especie S	Riqueza d	Uniformidad J'	Diversidad H'(log2)
feb-15	11	4.253	0.8292	2.869
jun-15	14	5.232	0.8482	3.230
oct-15	9	2.992	0.9233	2.927

Tabla 4.- Caravelí. Índices univariados de la estructura comunitaria de la macroinfauna asociada al recurso "macha". S=Número de especies. d=Riqueza de especies. J=Uniformidad y H'=Diversidad

Sample	Especie S	Riqueza d	Uniformidad J'	Diversidad H'(log2)
jul-15	8	3.109	0.763	2.289

Camaná.- La estructura de la comunidad de la macroinfauna en el Banco Natural de Camaná, muestra que fueron entre 9 y 14 las especies que comparte el hábitat de la macha (*E. analoga*, *B. picta*, *B. spinimana*, *Lepidopa chilensis*, *P. orbigny*, *O. gaudichaudii*, Glyceridae, Ophiuroideos, Crustacea, Polychetos, *Pseudocorystes cinereus*, Lumbrineridae, Nemertea, *Grapsus* y *Ovalipes punctatus*). En la Tabla 3 se muestran los índices univariados de la estructura comunitaria.

Caravelí.- La estructura de la comunidad de la macroinfauna muestra que fueron 8 las especies que comparten el hábitat de la macha (*E. analoga*, *B. picta*, *B. spinimana*, *Lepidopa chilensis*, *Euphasia* sp., Glyceridae y Polychetos). En la Tabla 4 se muestran los índices univariados de la estructura comunitaria.

MONITOREO DE LA ESPECIE PRINCIPAL

De acuerdo a HIRZEL *et al.* (2002) la ausencia de una especie (registros negativos) pueden deberse a factores como:

- Especies no detectadas (Falsa ausencia)
- Barreras y obstáculos geográficos (Falsa ausencia)
- Extinción local temporal – Migración (Falsa ausencia)
- Parches de distribución demasiado pequeños (Falsa ausencia)
- Área sin condiciones de habitabilidad (Ausencia real)

Como todos los bivalvos que habitan la zona de rompiente, la macha prefiere "arenas móviles" evitando los sitios protegidos a la acción de oleaje donde el sedimento tiende a compactarse (TARIFEÑO, 1990; McLACHLAN *et al.*, 1996).

Los cambios en la morfodinámica de las playas asociados a los fuertes temporales provocan el transporte masivo de arena a lo largo de la costa, situación que causaría una emigración masiva de animales hacia aguas más profundas (JARAMILLO *et al.*, 1994) y/o a la modificación de su profundidad de enterrado en el caso del género *Mesodesma* (DEFEO *et al.* 1986).

Densidad Relativa - Distribución y concentración

Islay.- Se realizaron 2 monitoreos con 29 transectos de muestreo; en julio 24 de las estaciones fueron positivas para macha y en octubre 26. El muestreo se realizó con el apoyo de macheros y se efectuó solo durante las horas de “bajamar”.

La mayor concentración en julio estuvo entre Agua Salada y El Tablón (sur del BN) y al norte en Sombrero Chico. En octubre entre Agua Salada y Cardones (sur del BN) y Sombrero Grande (norte del BN).

En cuanto a la densidad relativa en julio varió entre 0 y 15,25 Ejem/15’ y en octubre entre 0 y 10,30 Ejem/m².

Camaná.- Se realizaron 3 monitoreos con 24, 22 y 29 transectos. En febrero fueron 11 estaciones positivas (29 ejemplares) y 5 estaciones positivas durante los monitoreos de junio y octubre (13 y 15 ejemplares).

La mayor concentración en febrero se encontró en La Virgen, Los Hornos y Cerrillos. En junio estuvo en Las Cuevas; en octubre en Las Cuevas y Cerrillos (sur de BN) y en Rancho Chico, La Sal y El Corral (norte del BN).

En cuanto a la densidad relativa en febrero varió entre 0 y 1,50 Ejem/15’, en junio entre 0 y 2,00 Ejem/15’; y en octubre entre 0 y 1,25 Ejem/15’.

Caravelí.- Se realizó un monitoreo en julio con 30 transectos de muestreo; observándose tres estaciones positivas en La Mansa, Playa La Brava 3 y Tanaka.

Estructura de tallas

Islay.- En julio se analizaron biométricamente 378 ejemplares, las tallas variaron de 35 a 92 mm de longitud valvar (LV), longitud promedio 61,82 mm y una moda principal en 64 mm. El 77,51% de ejemplares por debajo de la talla mínima de captura.

En octubre, se analizaron 520 ejemplares, las tallas variaron de 10 a 85 mm LV, longitud promedio 59,12 mm y una moda principal en 65 mm. El 84,04% de ejemplares por debajo de la talla mínima de captura (Fig. 17).

Camaná.- En febrero, se midieron 29 ejemplares, la talla varió entre 49 y 96 mm LV, longitud promedio en 71,10 mm, moda principal en 59 mm y secundarias en 53, 77 y 92 mm. 51,72% de ejemplares por debajo de la talla mínima de captura.

En junio, se analizaron biométricamente 13 ejemplares de macha y la distribución de frecuencias de tallas indica que varió entre 10 y 93 mm LV, con longitud promedio de 54,00 mm.

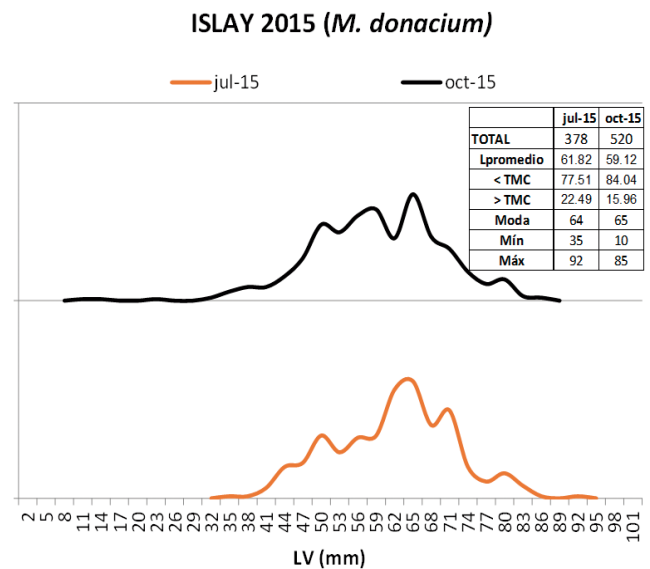


Figura 17.- Islay. Distribución de frecuencias de tallas del recurso “macha”

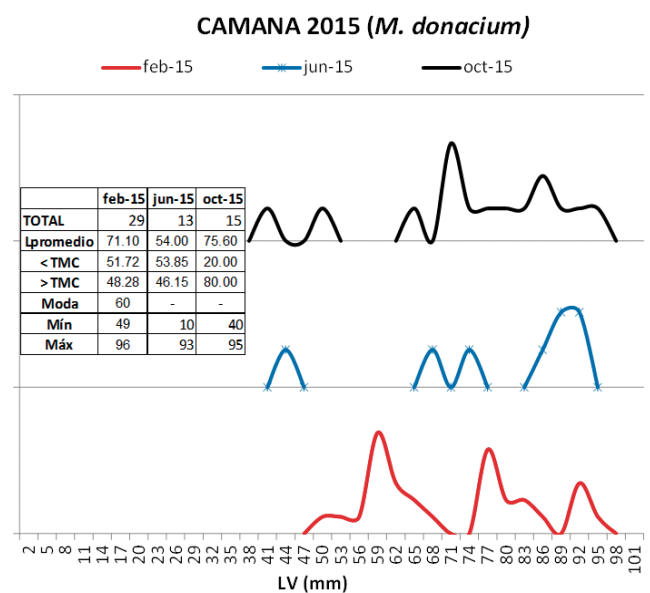


Figura 18.- Camaná. Distribución de frecuencias de tallas del recurso “macha”

En octubre, se analizaron biométricamente 15 ejemplares de macha y la distribución de frecuencias de tallas varió entre 40 y 95 mm LV, con longitud promedio de 75,60 mm.

Caravelí.- En julio solo se logró la captura de tres ejemplares de 33, 38 y 84 mm LV.

Relación Longitud – Peso

Islay.- En la figura 19 se muestran las relaciones biométricas y sus parámetros. El tamaño de los individuos en julio varió entre 35 y 92 mm de LV, el PT entre 4,01 y 73,77 g; en octubre entre 10 y 85 mm de LV, el PT entre 0,12 y 67,67 g.

La regresión longitud-peso para sexos combinados, presentaron altos coeficientes de correlación:

Julio-15 - $PT = 0,00007 * LV^{3,06754}$ ($r = 0,99; n = 491$)

Octubre-15 - $PT = 0,00010 * LV^{2,99999}$ ($r = 0,98; n = 520$)

Camaná.- En la figura 20 se muestran las relaciones biométricas y los parámetros de estas regresiones. El rango de tamaños de los individuos comprendió entre 60 y 96 mm de LV, el PT entre 22 y 108 g. La regresión longitud-peso para sexos combinados presentaron altos coeficientes de correlación:

- $PT = 0,00002 * LV^{3,36896}$ ($r = 0,98; n = 26$)

Aspectos reproductivos

Condición gonadal

Islay- En octubre se procesaron histológicamente 76 muestras, identificándose 48 machos, 28 hembras; la longitud valvar osciló entre 46 y 85 mm. Para el procesamiento del tejido se hizo uso de la técnica de infiltración en parafina (HUMASON, 1979).

El 42,86% de las hembras se encontró en estadio II (en maduración), 21,43% en estadio III (maduro) y 35,71% en estadio IV (desovante). En el caso de los machos, 10,42% se encontró en estadio II, 45,83% en estadio III (maduro) y 43,75% en estadio V (post expulsante) (Fig. 21).

En octubre se observó incremento en la condición gonadal, predominando los estadios II, III y IV. La proporción sexual fue de 2:1 favorable para machos, además fue posible observar mayor grado de madurez testicular.

En Islay se observó notoria diferencia en el estadio de madurez gonadal en función al sexo. En las hembras el estadio predominante fue II (en maduración) mientras que, en los machos, los estadios predominantes fueron el III (maduro) y IV (expulsante). Esto sugiere una maduración diferenciada, ya que temporalmente, los machos inician la maduración antes que las hembras.

Se registró marcada diferencia en la proporción sexual, ya que la relación fue de 2:1 de machos en relación a hembras, lo cual ha sido igualmente observado en el litoral frente a Tacna; sin embargo, en el litoral de Arequipa es poco frecuente. De la misma manera, esta condición ha sido relacionada con la presencia de algunos parásitos.

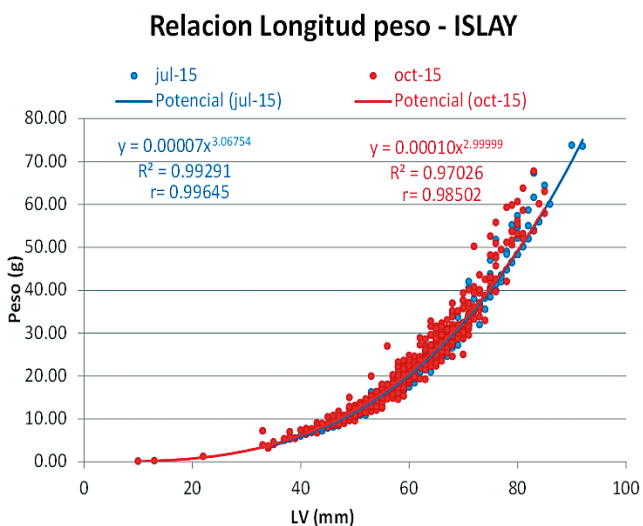


Figura 19.- Islay. Relaciones gravimétricas del recurso “macha”

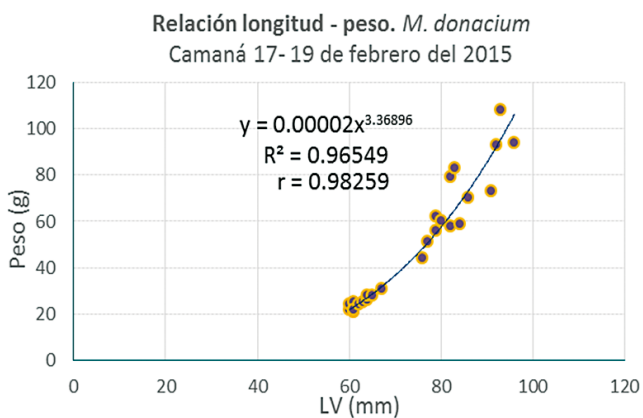


Figura 20.- Camaná. Relaciones gravimétricas del recurso “macha”

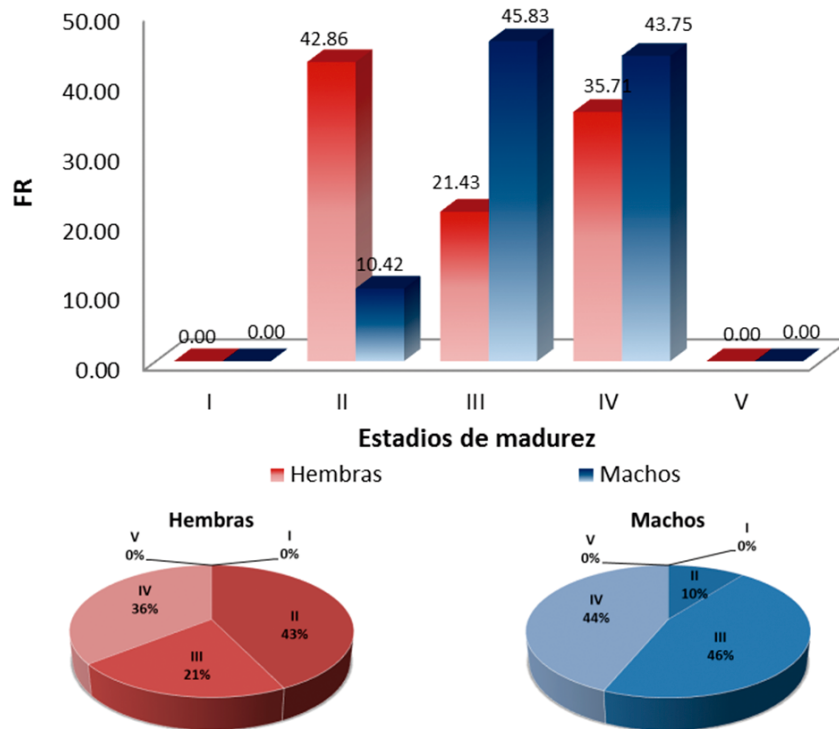


Figura 21.- Madurez gonadal, por sexo, de *M. donacium*. BN de Islay – octubre 2015

En general, 36% de los ejemplares se encontraban en estadio III (maduro) y 40% en estadio IV (desove/expulsión) lo que sugiere que el recurso se encontró en plena actividad reproductiva.

4. CONCLUSIONES

En Islay la macha se distribuyó entre Las Cuevas (Punta de Bombón) y la Segunda Playa (Mollendo); con mayor concentración en Agua Salada y El Tablón (sur del BN) y entre Sombrero Grande y Sombrero Chico (norte del BN). Las densidades variaron de 0 a 15,25 Ejem/15'.

En Camaná se distribuyó entre Los Hornos y Cerrillos (Quilca); mayor concentración entre Las Cuevas y Cerrillos (sur del BN) y entre El Corral y Rancho Chico (norte del BN). Las densidades variaron de 0 a 2 Ejem/15'.

En toda el área estudiada la TSM varió entre 15,4 y 19,8 °C la cual estuvo influenciada por la intensidad de los vientos y las condiciones del mar.

Las tallas variaron entre 10 y 95 mm de LV. Las principales especies representante de la

dieta de la macha son: *Coscinodiscus centralis*, *Pleurosigma* sp., *Prorocentrum micans*, Orden Calanoida, *Favella* sp. y *Tintinnida* sp.

La macroinfauna de los bancos de arena estuvo integrada por *Emerita analoga*, *Bellia picta*, *Blepharipoda spinimana*, *Lepidopa chilensis*, *Mesodesma donacium*, *Platyxanthus orbigny*, *Ocypode gaudichaudii*, *Betaeus* sp., Polychetos, Glyceridae y Ophiuroideos.

El recurso se encontró en plena actividad reproductiva.

5. REFERENCIAS

ÁLAMO V, VALDIVIESO V. 1997. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Bol Inst Mar Perú. Segunda edición, revisada y actualizada. 183 pp.

BALECH, E. 1988. Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanograf. 1: 310 p.

BANNISTER A, RAYMOND S, BAKER R. 2002. Técnicas Modernas en Topografía. Alfaomega Grupo Editor, México. 550 pp.

BENEDET L, FINKL C W, CAMPBELL T, KLEIN A. 2004. Predicting the effect of beach nourishment and cross-shore sediment variation on beach morpho dynamic assessment. Coast. Eng. 51: 839-861.

- BERNABEU A M, MEDINA R, VIDAL C. 2003. Wave reflection on natural beaches: An equilibrium beach profile. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 57: 577–585.
- BRAUN-BLANQUET J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Ed. H. Blume, Madrid. 820 pp.
- BRAZEIRO A. 2001. Relationship between species richness and morphodynamics in sandy beaches: what are the underlying factors? *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 224: 35-44.
- BRUUN P. 1954. Coastal erosion and development of beach profiles. US Army Beach Erosion Board Tech. Memo. 44, US Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi.
- CLARKE K R, GORLEY R N. 2001. Primer (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) v5: User Manual/Tutorial. Plymouth (United Kingdom): Primer-E Ltd. 91 p.
- COMPTON R R. 1985. *Geology in the Field*. John Wiley & Sons, New York. 398 pp.
- CUPP E. 1943. Marine plankton diatoms of the West Coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.* 5: 1-238.
- DEAN R G. 1977. Equilibrium beach profile: US Atlantic and Gulf Coasts, Department of Civil Engineering. Ocean Engineering Rep. No. 12. University of Delaware, Newark.
- DEFEO O, LAYERLE C, MASELLO A. 1986. Spatial and temporal structure of the yellow clam *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) in Uruguay. *Medio Ambiente.* 8: 48-57.
- FAUCHALD K. 1977. The Polychaete Worms: Definitions and Keys to the Orders, Families and Genera. Natural History Museum of Los Angeles County. Science. series 28: 188 pp.
- FLORES H F M. 2007. Evaluación de la dieta de la Macha *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818) en el litoral sur del Perú durante febrero y marzo. Arequipa (Perú): Escuela Profesional y Académica de Biología. Universidad Nacional de San Agustín. Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo. 69 p.
- HASLE G R, SYVERTSEN E E. 1996. Marine Diatoms. In: Identifying Marine Diatoms and Dino-flagellates (ed. C.R. Tomas. Academic Press), San Diego. 5-385 pp.
- HEIMDAL B R. 1993. Modern coccolithophorids. In C. R. Tomas [ed.], *Marine phytoplankton. A guide to naked flagellates and coccolithophorids*. Academic. 147-247 pp.
- HENDEY I N. 1964. An introduction account of the smaller algae of British coastal waters. Part. V. Bacillariophyceae (Diatoms). *Fishery Invest. London Ser.* 4: 315 pp.
- HIRZEL A H, HAUSSER J, CHESSEL D, PERRIN N. 2002. Ecological-niche factor analysis: How to compute habitat- suitability maps without absence data? *Ecology.* 83: 2027-2036.
- HOBSON K, BANSE K. 1981. Sedentary and Archiannelid Polychaetes of British Columbia and Washington. Department of Fisheries and Oceans. *Bull.* 209: 144 pp.
- HUMASON, G. L. 1979. *Animal tissue techniques*, 4th ed. W. H. Freeman and Co., San Francisco, 661 p.
- HUSTEDT F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands. Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. En: L. Rabenhorst (ed). *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz.* 1 Teil. Akat. Verlags. New York 1971. 920 pp.
- JARAMILLO E, PINO M, FILÓN L, GONZÁLEZ M. 1994. Longshore distribution of *Mesodesma donacium* (Bivalvia: Mesodesmatidae) on a sandy beach of the south of Chile. *Veliger* 37: 192-200.
- LARSON M, KRAUS N C. 1994. Temporal and spatial scales of beach profile change, Duck, North Carolina. *Marine Geology.* 117: 75-94.
- MARINCOVICH J R L. 1973. Intertidal Mollusk of Iquique, Chile. Natural History Museum of Los Angeles County. *Science bulletin.* 16: 50 p.
- McLACHLAN A, DUGAN J, DEFEO O, ANSELL A D, HUBBARD D M, JARAMILLO E, PENCHASZADEH P E. 1996. Beach clam fisheries. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review.* 34: 163–232.
- MÉNDEZ M. 1981. Claves de Identificación y Distribución de los Langostinos y Camarones (Crustacea: Decapoda) del Mar y Ríos de la Costa del Perú. *Bol Inst Mar Perú.* 5: 170 pp.
- MÉNDEZ, M. 1982. Crustáceos Comerciales y otras Especies Comunes en el Litoral Peruano. Editorial Los Pinos, Lima –Perú. *Boletín de Lima.*
- PAREDES C. 1974. Contribución al Conocimiento de los Invertebrados del Litoral Rocoso del Departamento de Lima con Estudio Especial de la Biocenosis de Mytilidos. Lima (Perú): Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis para optar el Grado de Doctor. 141 p.
- SALVAT B. 1964. Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sédiments meubles intertidaux et la répartition verticale de la jeuné endogée. *C. R. Acad. Sci. Paris.* 259: 1576-1579.
- SCHILLER J. 1971. Dinoflagellata (Peridinae) in monographischer Behandlung. : L. Rabenhorst (ed.). Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, In *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz* 2 Teil. 10(3): 617.
- SHORT A D. 1996. The role of wave height, slope, tide range and embayment in beach classification: a review. *Revista Chilena de Historia Natural.* 69: 589-604.
- SOURNIA A. 1967. Le genre *Ceratium* (Péridinien planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution á une révision mondiale. *Vie Milieu.* ser. A18 (2,3, A): 375-499.
- STEIDINGER K A, TANGEN K. 1996. Dinoflagellates. In: Tomas, C.R. (ed) *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Academic Press. 598 pp.
- SUNDSTRÖM B G. 1986. The marine diatom genus *Rhizosolenia*. Doctoral Dissertation. Lund University, Lund, Sweden. 117 pp.

- TARAZONA J. 1974. Poliquetos Errantes de la Zona Litoral del Departamento de Lima. Lima (Perú): Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis para optar el Grado de Bachiller. 97 pp.
- TARIFEÑO E. 1990. La macha (*Mesodesma donacium* Lamarck, 1818) y sus posibilidades de cultivo. Research associate, Institute of Evolutionary and Environmental Biology. University of California. Los Angeles. 31 p.
- THRÖNDSSEN J. 1993. The planktonic marine flagellates. In: C.R. Tomas (ed.). Marine phytoplankton, a guide to naked flagellates and coccolithophorids. Academic Press, San Diego, pp. 87-96.
- TOLEDANO N, SILVA R. 2005. Modelación de perfiles de playa en presencia de diques arrecife. Mem. V Congreso de Desarrollo Sustentable. Veracruz, México. 24-25 pp.
- WRIGHT L D, SHORT A D. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis: Mar. Geol. 56: 93-118.