

# EVALUACIÓN BIOLÓGICO POBLACIONAL DE LA MACHA (*Mesodesma donacium* Lamarck, 1818) EN LA PROVINCIA DE ISLAY, AREQUIPA. DICIEMBRE 2015

## BIOLOGICAL POPULATION ASSESSMENT OF MACHA CLAM (*Mesodesma donacium* Lamarck, 1818) FROM ISLAY, AREQUIPA. DECEMBER 2015

Aldrin Monroy<sup>1</sup>Stevens Lucero<sup>1</sup>Deysi Valdivia<sup>1</sup>Marco Quiroz<sup>1</sup>

### RESUMEN

MONROY A, LUCERO S, VALDIVIA D, QUIROZ M. 2020. Evaluación biológico poblacional de la macha (*Mesodesma donacium* Lamarck, 1818) en la provincia de Islay, Arequipa. Diciembre 2015. *Inf. Inst. Mar Perú*. 47(1): 122-140.- La evaluación se realizó entre 8 y 15 de diciembre 2015; el área de distribución del recurso comprendió la playa entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay. La mayor concentración se observó entre Las Cuevas y Cardones (área de repoblamiento de Islay) y entre El Conto y Sombrero Chico. La densidad relativa de las estaciones varió entre 0 y 12,20 ejem./m<sup>2</sup>. El área efectiva de distribución se calculó en 2'447.737 m<sup>2</sup>, la abundancia estimada fue 3'967.376 ejemplares y biomasa total de 79,18 t. Se analizó biométricamente 1.509 ejemplares, la talla varió entre 5 y 95 mm de longitud valvar (LV), moda principal en 55 mm y secundaria en 12 mm, longitud promedio fue 52,36 mm, el 81,18% estuvo debajo de la Talla Mínima de Captura (70 mm). Los perfiles medios de playa fueron de pendiente suave que varió entre 0,77° y 1,10°; en el Sector sur (Punta de Bombón) se observó playas intermedias acercándose a los límites de playas disipativas ( $\Omega$  entre 3,34 y 6,28), en el Sector norte (Deán Valdivia - Mollendo) se observaron playas disipativas ( $\Omega$  entre 5,83 y 7,38). La temperatura superficial del mar varió entre 17,8 y 20,2 °C, promedio 19,1  $\pm$ 0,03 °C. En el análisis del plancton se observó larvas D y umbonadas con características similares a *Mesodesma donacium* en El Molle, Cardones, Bajada de Burro, Catas y El Conto.

PALABRAS CLAVE: *Mesodesma donacium*, banco natural, densidad relativa, biomasa media, Islay - Arequipa

### ABSTRACT

MONROY A, LUCERO S, VALDIVIA D, QUIROZ M. 2020. Biological population assessment of macha clam (*Mesodesma donacium*, Lamarck 1818) from Islay, Arequipa. December 2015. *Inf Inst Mar Peru*. 47(1): 122-140.- Between December 8-15 2015, the assessment was carried out in the area of distribution of the macha clam which includes the beach between Punta Corio and Mollendo in the Islay Province with absence in the central zone of El Mataral. The highest concentration was observed between Las Cuevas and Cardones (Islay repopulation area) and between El Conto and Sombrero Chico. The relative density of stations/transects varied between 0 and 12.20 individuals/m<sup>2</sup>. The effective range was estimated at 2,447.737 m<sup>2</sup>. The abundance was 3,967.376 individuals and total biomass was 79.18 t. A total of 1,509 specimens were biometrically analyzed whose size varied between 5 and 95 mm valve length (VL), with the main mode at 55 mm and secondary at 12 mm, the mean length was 52.36 mm; 81.18% was below the Minimum Catch Size (MCS = 70 mm). Average profiles were characterized by gently sloping beaches ranging between 0.77° and 1.10°. In Punta de Bombón, intermediate beaches were observed approaching the limits of dissipative beaches ( $\Omega$  between 3.34 and 6.28). In Dean Valdivia-Mollendo, dissipative beaches were observed ( $\Omega$  between 5.83 and 7.38). The sea surface temperature varied between 17.8 and 20.2 °C, the mean was 19.1 $\pm$ 0.03 °C. In the analysis of the plankton, D and umbo larvae with characteristics similar to *Mesodesma donacium* were observed in El Molle, Cardones, Bajada de Burro, Catas, and El Conto.

KEYWORDS: *Mesodesma donacium*, natural bank, relative density, mean biomass, Islay - Arequipa

## 1. INTRODUCCIÓN

Arequipa presenta el litoral costero más extenso del Perú en el que se desarrolla actividad pesquera, que es la base de un sector socio económico muy importante en aquellas poblaciones con mayores necesidades económicas. En este marco el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) viene desarrollando investigaciones que permitan disponer de herramientas técnicas que conlleven al aprovechamiento sostenible de los recursos

pesqueros, especialmente los provenientes de la pesquería artesanal.

El recurso macha (*Mesodesma donacium*, Lamarck 1818) es un molusco bivalvo perteneciente al orden Pelecipoda, que se distribuye de forma continua, pero no uniforme en las zonas meso e infralitoral (hasta 15 o 20 m de profundidad) de playas arenosas expuestas a fuertes oleajes y corrientes de deriva litoral (ALARCÓN, 1979; CAMPUSANO y CEPEDA, 1979; JARAMILLO *et al.*, 1994; ORTIZ y STOTZ, 1996).

La disminución de su abundancia por sobreexplotación debido a la fuerte demanda por parte de las empresas congeladoras y envasadoras, y posteriormente por el evento El Niño 1997 – 1998, ubicó a esta pesquería en una situación de colapso pesquero. Por lo que hubo la necesidad de establecer medidas de protección, entre las cuales se encuentra la aplicación de una veda en Arequipa, Moquegua y Tacna, dispuesta con la Resolución Ministerial N° 099-99-PE.

El IMARPE Camaná entre 8 y 15 de diciembre 2015 efectuó la Evaluación biológico poblacional del recurso macha (*Mesodesma donacium* Lamarck, 1818) entre Punta Corio y Mollendo en la provincia de Islay - Arequipa, para determinar el área de distribución dentro del banco, abundancia y biomasa poblacional, aspectos biológicos y biométricos; así como parámetros morfodinámicos y perfil medio de playa.

*Mesodesma donacium* es un molusco bivalvo de importancia comercial en el sur del Perú y se distribuye geográficamente desde Sechura (Perú) hasta la Isla Chiloé (Chile) (ÁLAMO y VALDIVIESO, 1997). Habita en el intermareal y submareal somero arenoso, conformando conglomerados densos denominados parches.

STOTZ *et al.* (2003) explican que las poblaciones de *M. donacium* son abiertas y conforman una misma metapoblación en la costa del Pacífico sur, con flujo genético continuo, en el cual se observa el aporte y recepción de larvas en toda el área de distribución del recurso, y cuyas diferencias en la morfometría de los individuos adultos se encontrarían atribuidas principalmente a las características ambientales locales.

FUENTES (1988) describió la morfología externa de larvas y post-larvas de *Mesodesma donacium*, indicando que las larvas permanecen aproximadamente 32 días en el plancton. YOUNG & CHIA (1987), describen la dispersión larval como un proceso independiente de las condiciones de densidad, abundancia del alimento o depredadores del hábitat local, y cuya dirección y amplitud se encuentra influenciada principalmente por la dinámica de corrientes marinas. OLIVARES y WOLF (2006) explican que los cambios en el régimen del flujo medio del agua provocan respuestas diferentes en la tasa de

exportación en distintas poblaciones y debilitan la retención de larvas causando variaciones interanuales del auto-reclutamiento.

JARAMILLO *et al.* (1994) y ORTIZ y STOTZ (1996) describieron la segregación espacial por grupo etario, con una distribución preferencial de los juveniles en la zona de lavado (*swash zone*) hasta 30 cm de profundidad y la ocupación de los adultos en la zona de rompientes (*surf zone*), explicando que la segregación podría deberse al posible escape de los juveniles a la depredación por parte de los adultos durante el asentamiento o a una competencia por explotación.

BUITRÓN y PEREA (1996) han identificado 5 estadios de madurez gonadal del recurso macha a nivel microscópico para machos y hembras: Estadio I= reposo, Estadio II= en maduración, Estadio III= maduro, Estadio IV= en desove y Estadio V= en recuperación.

JEREZ *et al.* (1999) determinaron los parámetros de crecimiento para macha en Arica (Chile), estimando la función de crecimiento  $Lap(t)=103,2*(1-e^{-0,231162*(t+0,9085)})$ , tasa de mortalidad natural de 0,60 (año<sup>-1</sup>), longitud crítica de 64,6 mm y edad crítica de 3,35 años.

ARNTZ *et al.* (1987) explican el crecimiento de *M. donacium* en función de la edad, siendo de tipo sigmoideo, lo cual significa que los incrementos de tamaño son mayores los primeros años de vida, decreciendo exponencialmente a la medida que los individuos envejecen, explican además cómo la tasa de crecimiento es influenciada por la temperatura.

TARIFEÑO (1990) determina que el crecimiento es mínimo durante el período de primavera, independiente de la latitud, coincidiendo con la época de reproducción sexual de los individuos que depende básicamente de la talla de los mismos más que de la edad.

ORTIZ y STOTZ (1996) describieron la distribución latitudinal y longitudinal de los juveniles recientemente asentados de *M. donacium* (reclutas <15 mm de longitud anteroposterior de concha) en las bahías de la Región de Coquimbo (Chile), encontrando que la densidad de reclutas mostró una fluctuación espacial a lo largo de las playas.

En 1996, el IMARPE estimó una biomasa de 280 t de machas, en el litoral de la provincia de Islay, entre Mollendo y Corio (QUIROZ y BARRIGA, 1997) y una biomasa de 91 t en las playas de Camaná.

En diciembre del 2004 entre Punta Corio y La Punta, se estimó biomasa de 15 t de macha (IMARPE, 2005). Posteriormente, la zona registró valores poblacionales más altos que el resto de bancos naturales de sustrato arenoso de Arequipa, como se vio reflejado en los estimados de biomasa en diciembre del 2006 (40 t) y marzo del 2007 (83,10 t) (IMARPE 2007a, b).

En mayo del 2008, en el litoral de la provincia de Islay entre Cerro Pedregoso y Arizona se estimó biomasa de 170,30 t y la población en 5'524.480 millones de ejemplares de macha (IMARPE, 2008).

En la evaluación realizada en febrero del 2015 entre Punta Corio y Sombrero Chico se estimó biomasa de 147.58,30 t y la población en 7'722.393 millones de ejemplares de macha (MONROY *et al.*, 2016)

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

**Área de estudio.**- El banco de machas en la provincia de Islay abarca aproximadamente 60 km. La evaluación comprendió la playa arenosa entre Punta Corio y Mollendo con una extensión aproximada de 52 km, los límites geográficos por el norte son 72,00577°W – 17,03334°S y por el sur 71,59867°W – 17,24596°S (Fig. 1).

## EVALUACIÓN DE LA ESPECIE PRINCIPAL

Se utilizó la unidad de muestreo de 1 m<sup>2</sup>, BEALL (1940), FINNEY (1946) y TAYLOR (1953), concluyen que pequeñas unidades de muestreo son más eficientes que una más grande, cuando la dispersión de una población es contagiosa (ELLIOTT, 1977).

En la zona del intermareal medio e inferior se procedió a establecer 48 transectos perpendiculares a la línea de costa, separados cada uno por 500 m latitudinales (Fig. 2); se ubicaron de 4 a 8 estaciones de muestreo de 1 m<sup>2</sup> (con sus respectivas replicas), dependiendo de la amplitud de la playa.

En cada estación de muestreo durante la bajamar, con el apoyo de pescadores macheros, se efectuó un barrido completo dentro del área del cuadrado metálico, colectando los ejemplares con un chinguillo (bolsa provista de un anillo metálico y malla de 4 mm). La primera estación de muestreo se ubicó muy cerca de la rompiente de ola, separada 10 m de la segunda estación y así sucesivamente las demás estaciones (Fig. 3).

**Estimación de biomasa y abundancia poblacional.**- La estimación se efectuó en base al área de distribución del recurso y utilizando las ecuaciones de BAZIGOS (1981).

**Aspectos biométricos.**- Los ejemplares recolectados, fueron medidos al milímetro con un malacómetro y se registró Longitud valvar (LV) que corresponde a la distancia máxima desde el borde posterior al anterior.

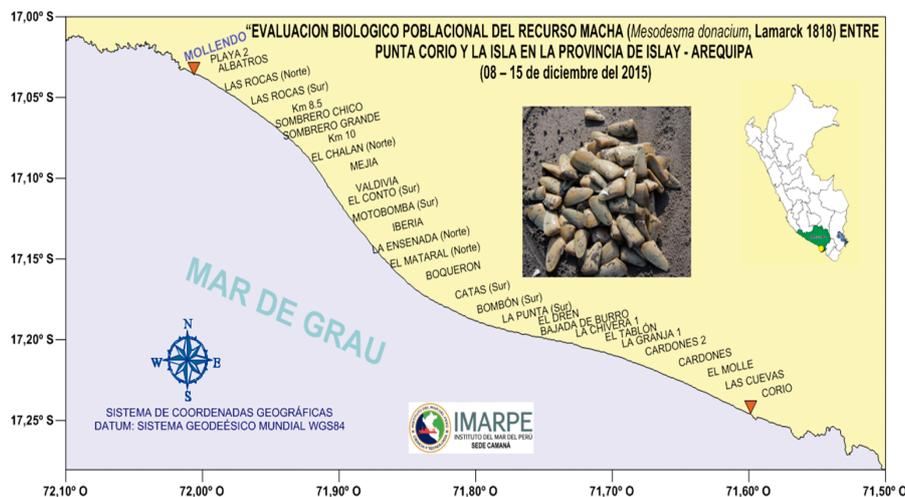


Figura 1.- Área de evaluación biológico poblacional de *Mesodesma donacium* entre Punta Corio y Mollendo, Provincia de Islay -Arequipa

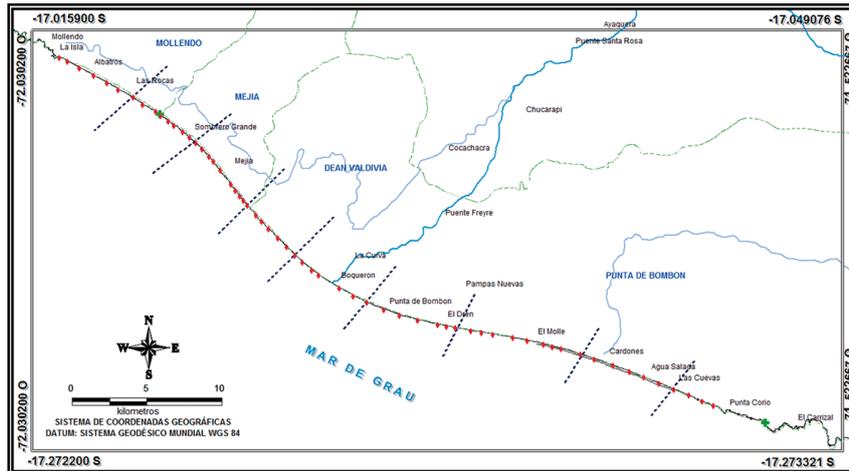


Figura 2.- Transectos (rojo) de evaluación biológico poblacional de *M. donacium*, Punta Corio-Sombrero Chico, Provincia de Islay-Arequipa. Perfiles dispuestos cada 500 m latitudinales. Líneas punteadas: muestreo de plancton y parámetros oceanográficos, pendiente y zonación de playa

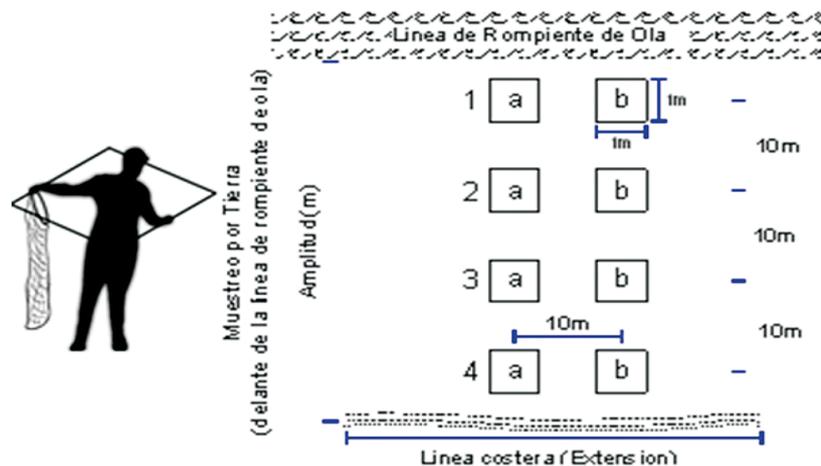


Figura 3.- Representación del muestreo de macha

Además, se obtuvieron los valores de Peso total, Peso húmedo (masa visceral y gónada), utilizándose una balanza digital de 0,01 g de precisión.

**Aspectos reproductivos.-** Debido a que la macha no presenta dimorfismo sexual, se preservaron algunos ejemplares en alcohol al 96% para el análisis de madurez gonadal y del estado de condición reproductiva en la Unidad de Biología Reproductiva de la Sede Central – Callao.

En laboratorio, se utilizó la técnica histológica convencional de deshidratación de tejido, aclarado e inclusión en parafina (HUMASON, 1979); para contrastar las estructuras del tejido y lograr una mejor identificación se utilizó la técnica de tinción hematoxilina - eosina.

Se asignó la fase de desarrollo gonádico de acuerdo al tamaño y forma de los folículos, grado de desarrollo folicular, presencia y grado de desarrollo de los gametos, espacio ocupado en los folículos, abundancia y cantidad de tejido conjuntivo. Una vez analizados, se aplicó la escala desarrollada por BUITRÓN y PEREA (1996) identificándose 5 estadios de madurez gonadal a nivel microscópico para machos y hembras: reposo (I); en maduración (II); maduro (III); en desove/expulsante (IV) y en recuperación (V).

**Relación Talla-Peso.-** Se estableció la principal relación como Longitud valvar – Peso total 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:

$$PesoTotal_g = a * (Longitud\_valvar_m)^b$$

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

### Macroinfauna acompañante

Para determinar la composición de la macroinfauna, asociada a *M. donacium*, mayor a 2000 micras en la zona intermareal, se registró la presencia de macro invertebrados asociados siguiendo la estimación visual por grupo taxonómico según la escala de abundancia-dominancia de BRAUN BLANQUET (1979): += <1%, 1= 1-5%, 2= 6-25%, 3= 26-50%, 4= 51-75%, 5= 76-100%. Además, se procedió a realizar la identificación de las especies *in situ* y los que no se pudieron identificar fueron colocados en bolsas de polietileno, etiquetados y fijados en formalina al 10% para su determinación en laboratorio.

Para la identificación de especies se utilizó bibliografía especializada (MARINCOVICH, 1973; PAREDES, 1974; TARAZONA, 1974; FAUCHALD, 1977; HOBSON y BANSE, 1981; MÉNDEZ, 1981, 1982; ÁLAMO y VALDIVIESO, 1997).

La determinación de índices ecológicos univariados se realizó siguiendo la rutina del programa computacional PRIMER (CLARKE & GORLEY, 2001).

### Análisis de plancton

Se recolectaron ocho muestras de agua de mar, filtrando 100 m<sup>3</sup> en una red estándar de 75 µm. Las muestras se fijaron con formalina al 4% en frascos de 250 mL siguiendo a THRÖNDSSEN (1978). La identificación taxonómica de los organismos se realizó en base 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 el análisis cualitativo y cuantitativo, se realizó la sedimentación hasta obtener un sedimento de 5 mL, se analizó en microscopio compuesto hasta el menor nivel taxonómico. Los resultados se expresaron en número de células por litro. Se elaboró un listado en base 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 (IMARPE, 2010).

### Caracterización de componentes abióticos

**Zonación de la playa.**- Se procedió a la identificación, delimitación y registro de amplitud de zonas de playa mediante el empleo de estacas y de una cinta métrica de 30 m, siguiendo el esquema propuesto por SALVAT (1964) quien reconoce cuatro zonas:

1. Zona de secado o de arena seca sobre la línea o marca normal de alta marea y humedecida sólo por efecto de spray.
2. Zona de retención bajo la anterior, alcanzada por todas las mareas pero con pérdida gravitacional de agua cuando la marea baja, de forma tal que el sedimento permanece húmedo durante el período de baja mar.
3. Zona de resurgencia, la cual experimenta descargas de agua durante la marea baja y se caracteriza por flujo de agua intersticial dentro y fuera del sedimento con la marea.
4. Zona de saturación donde la arena está permanentemente saturada con agua y un limitado flujo de agua intersticial ocurre.

### Morfodinámica y perfil medio de playa

Con base en los estudios de perfiles propuestos por BERNABEU *et al.* (2003) se caracterizaron perfiles de playas en función de algunos descriptores fisiográficos. Se empleó un levantamiento topográfico (BANNISTER *et al.*, 2002; COMPTON, 1985) utilizando un clinómetro con precisión de 1°, iniciando las mediciones del perfil en el límite de la zona de secado, en la zona de duna, o bien, al frente de alguna interrupción física, extendiéndolas hasta el nivel medio de la zona de resurgencia mediante un estadal medrado con precisión de 1 cm, registrando las diferencias de nivel a distancias de 5 m hasta donde el estadal puede ser sostenido por una persona de pie. Generalmente, este límite en la zona sumergida comprende la rompiente de ola. La distancia de muestreo a lo largo de cada perfil fue de 5 m entre cada estación. Adicionalmente, se registraron los rasgos fisiográficos sobresalientes como escarpes de dunas y otros cambios abruptos. El nivel de mar se calculó mediante la corrección proporcionada por la tabla de mareas de la Marina de Guerra del Perú. La pendiente de playa se calculó según la

metodología de LARSON y KRAUS (1994) mediante el ajuste del perfil natural de la playa medido en el campo, con un perfil de equilibrio basado en la expresión exponencial  $Z=abx$ .

Para comparar los perfiles, cada perfil se inició desde una referencia cuya posición geográfica fue determinada con un sistema de posicionamiento global. Los 5 perfiles utilizados en el trabajo se distribuyeron tal como se muestra en la figura 2 y estuvieron separados por 2000 a 2500 m.

Se empleó la ecuación de condición de frontera morfodinámica (MBC, *morphodynamic boundary condition*) adaptada por BENEDET *et al.* (2004) que identifica límites paramétricos y permite clasificar una playa en sus diferentes morfotipos. Empleando el parámetro  $\Omega$  es posible identificar playas disipativas ( $\Omega > 6$ ), intermedias ( $\Omega$  entre 1 y 6) o reflectivas ( $\Omega < 1$ ).

$$\Omega = Hb/WsT$$

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).

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 de estudio (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:

$$Ws = 273 \times D50^{1.1}$$

### 3. RESULTADOS

Durante la evaluación se ejecutaron 60 perfiles en los que se ubicaron de 4 a 6 estaciones de muestreo a diferentes estratos de profundidad dependiendo de la amplitud de la playa, de los cuales 58 fueron positivas para macha.

#### Distribución y concentración

La macha se distribuyó entre Punta Corio y Mollendo (BN de la provincia de Islay), con ausencia en el Mataral (parte central del BN) y Punta Corio (Sector sur del BN). Las mayores concentraciones de macha se observaron entre las zonas denominadas Las Cuevas y Cardones (Islay: área de repoblamiento), y entre El Conto y Sombrero Chico. En cuanto a la densidad por  $m^2$  en los transectos/estaciones positivos varió entre 1 y 37 ejem/ $m^2$  y la densidad relativa fluctuó entre 0 y 12,20 ejem/ $m^2$  (Fig. 4).

#### Abundancia y Biomasa de macha

La macha se registró en 2'447.737  $m^2$ , se estimó la abundancia en 3'967.376 ejemplares y biomasa total de 79,18 t (Tabla 1). El área evaluada se dividió en 5 Sectores de acuerdo a un criterio geográfico y teniendo en cuenta las futuras posibilidades de explotación escalonada (Fig. 4).

#### Estructura de tallas

Se recolectaron y analizaron biométricamente 1.509 ejemplares de macha, la distribución de frecuencias de talla varió entre 5 y 95 mm de máxima longitud valvar (LV), con moda principal en 55 mm y

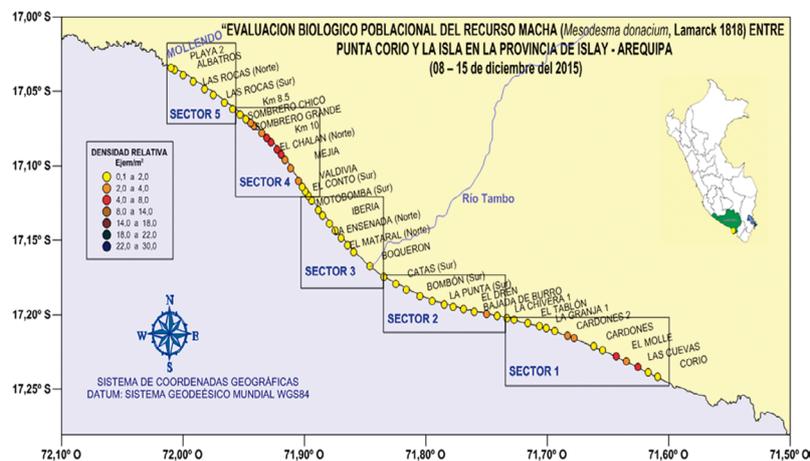


Figura 4.- Densidad relativa (ejem/ $m^2$ )/Sectores. Evaluación de *M. donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

secundaria en 12 mm, longitud promedio 52,36 mm. El 81,82% de ejemplares estuvo por debajo de la Talla Mínima de Captura (TMC= 70 mm). Fue evidente que su población estuvo constituida por cuatro grupos de tamaños bien definidos; los más representativos conformados por ejemplares adultos con rangos entre 70 y 95 mm, juveniles entre 50 y 69 mm y entre 30 y 49 mm; y el otro grupo por reclutas (ejemplares de reciente asentamiento) menores a <20 mm (Fig. 5).

**Sector 1 (Punta Corio – Tablón)**

Se analizó biométricamente 509 ejemplares, la distribución de frecuencias de talla varió entre 5 y 78 mm de LV, la moda principal estuvo en 59 mm.

Se observó 92,73% de ejemplares por debajo de la talla mínima de captura (TMC = 70 mm).

En este sector la población de macha estuvo constituida por tres grupos de tamaño: uno muy representativo compuesto por macha con rangos de talla entre 50 y 69 mm y otro muy pequeño conformado por ejemplares recién asentados (reclutas) con tallas <20 mm (Fig. 6).

**Sector 2 (La Chivera - Catas)**

Se analizó biométricamente 153 ejemplares, la distribución de frecuencias de talla varió entre 7 y 95 mm LV, presentó modas en 11, 71 y 82 mm LV. Se observó 69,28% de ejemplares por debajo de la TMC.

Este sector mostró dos grupos de tamaños: uno constituido por ejemplares con rangos de talla entre 50 y 79 mm y otro grupo conformado por ejemplares reclutas <20 mm (Fig. 7).

**Sector 3 (Boquerón – Motobomba)**

Se analizó biométricamente 92 ejemplares, la distribución de frecuencias de talla varió entre 6 y 88 mm LV, presentó una moda principal en 70 mm LV. Se observó 51,09% de ejemplares por debajo de la TMC. Hubo un solo grupo de tamaños representativo, compuesto por ejemplares con rangos de talla entre 50 y 79 mm; la presencia de reclutas fue mínima (Fig. 8).

**Estructura de tallas *M. donacium*  
ISLAY**

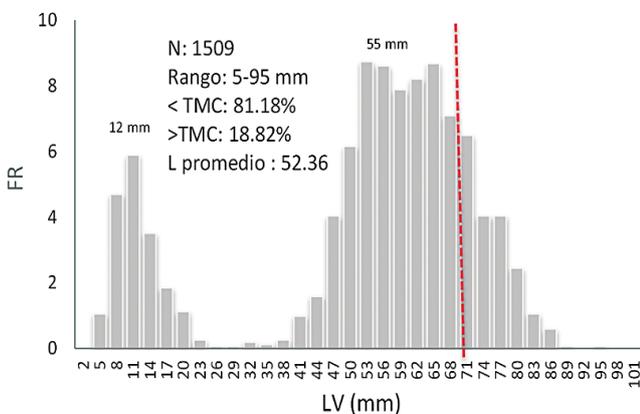


Figura 5.- Distribución de frecuencia de talla. Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

**Estructura de tallas *M. donacium*  
Sector 1. Punta Corio - Tablón**

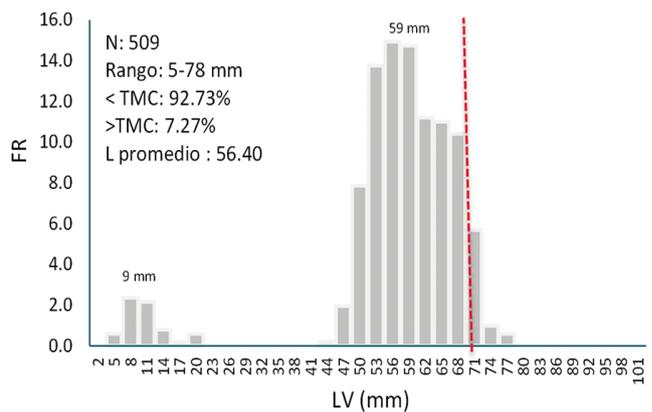


Figura 6.- Sector 1. Distribución de frecuencia de talla. Evaluación de *M. donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

**Estructura de tallas *M. donacium*  
Sector 2. La Chivera - Catas**

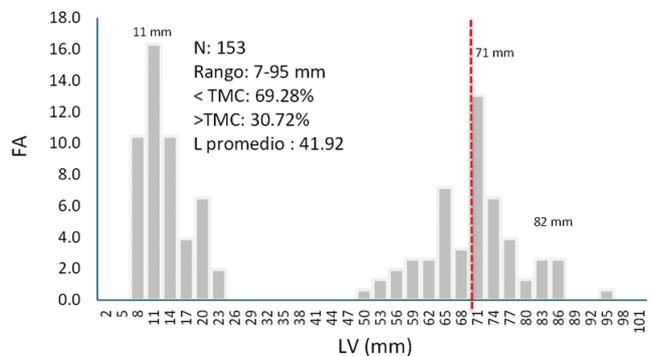


Figura 7.- Sector 2. Distribución de frecuencia de talla. Evaluación de *M. donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

**Sector 4 (El Conto – Sombrero Chico)**

Se analizó biométricamente 658 ejemplares, la distribución de frecuencias de talla varió entre 5 y 87 mm LV, presentó moda principal en 12 mm y modas secundarias en 52, 62 y 76 mm. Se observó 77,81% de ejemplares por debajo de la TMC.

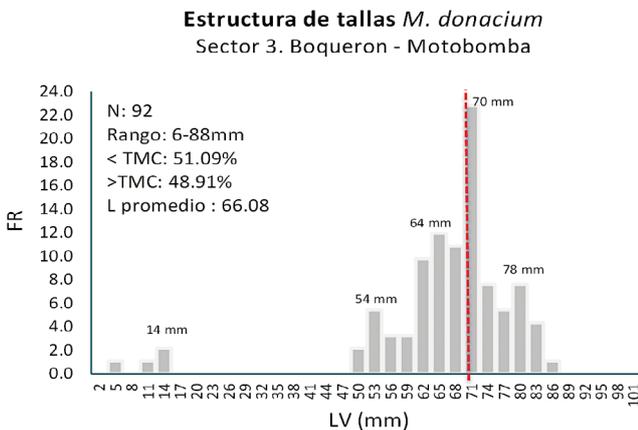


Figura 8.- Sector 3. Distribución de frecuencia de talla. Evaluación de *M. donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

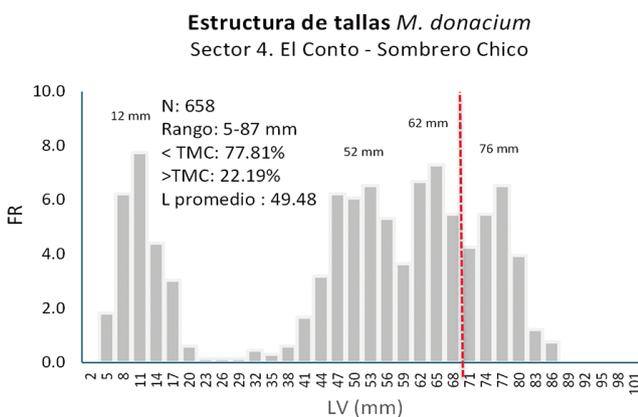


Figura 9.- Sector 4. Distribución de frecuencia de talla. Evaluación de *M. donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

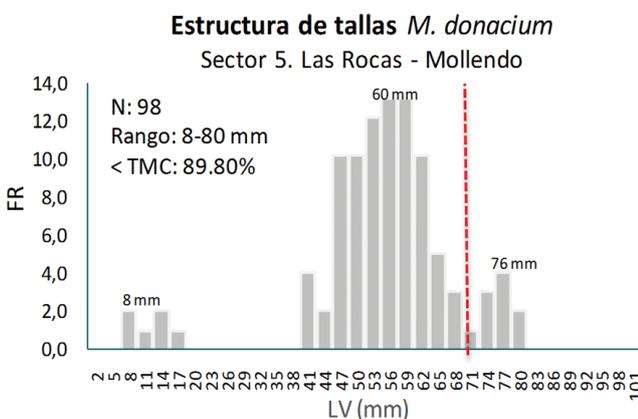


Figura 10.- Sector 5. Distribución de frecuencia de talla. Evaluación de *M. donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

La distribución de frecuencia de talla mostró tres grupos de tamaños bien definidos, conformados por ejemplares con rangos entre 70 y 87 mm, entre 40 y 69 mm y el otro grupo por ejemplares <20 mm constituidos por ejemplares reclutas de reciente asentamiento (Fig. 9).

**Sector 5 (Las Rocas – Mollendo)**

Se analizó biométricamente 98 ejemplares, la distribución de frecuencias de talla varió entre 8 y 80 mm LV, presentó moda principal en 60 mm y modas secundarias en 76 y 8 mm. Se observó 89,80% de ejemplares por debajo de la TMC.

En este sector, la estructura por tamaños mostró un grupo representativo conformado por ejemplares con rangos de talla entre 40 y 69 mm; se observó presencia de ejemplares reclutas <20 mm (Fig. 10).

**Relación Longitud – Peso**

Se determinó la relación máxima Longitud Valvar (LV) vs. Peso Total (PT) y se estimó la ecuación común para sexos combinados (Fig. 11). El valor del coeficiente de regresión “b” indica un crecimiento relativo en peso alométrico ya que este es mayor de 3.

El rango de tamaño varió entre 5 y 95 mm de LV y el peso total (PT) entre 0,01 y 87,97 g. La regresión longitud-peso para sexos combinados (Fig. 12) presentó alto coeficiente de correlación:

$$PT = 0,00006 \cdot LV^{3,10626}$$

$$(r = 0,99; n = 1509)$$

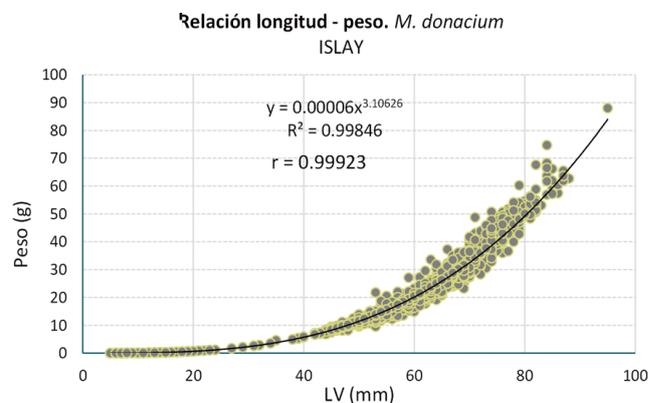


Figura 11.- Relación gravimétrica. Evaluación de *M. donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

**CARACTERIZACIÓN DE COMPONENTES BIÓTICOS**

**Aspectos reproductivos.-** Se procesaron histológicamente 77 muestras, identificándose 33 machos, 44 hembras. El 6,82% de hembras se encontró en estadio I (reposo), 43,18% en estadio II (en maduración), 20,45% en estadio III, el 15,91% en estadio IV (desovante) y 13,64% en estadio V (recuperación). En el caso de machos, el 30,30% se encontró en estadio II (en maduración), 57,58% en estadio III (maduro), 9,09% en estadio IV (expulsante) y 3,03% en estadio V (post-expulsante) (Fig. 12).

En diciembre 2015, la macha mostró una condición reproductiva diferenciada por sexos, con predominancia de los estadios II (en maduración) en hembras y estadio III (maduros) en machos. Esta diferencia se comprobó con el porcentaje de machos maduros (57,58%) el cual fue mayor en

relación a las hembras (20,49%). El 15,95% de hembras y el 9,09% de machos se encontraron en estadio IV (expulsantes/desovantes), y para el estadio V (recuperación/post-expulsante) se encontró 13,64% para hembras y 3,03% para machos.

La especie *Mulinia edulis* (King, 1832) estuvo presente desde la parte central hasta el extremo noroeste del banco, presentando una distribución continua entre las zonas denominadas El Mataral y Mejía; lo que estuvo relacionado con temperaturas (TSM) que oscilaron entre 18,4 y 19,8 °C (La distribución de esta especie se relaciona comúnmente con TSM más cálidas) (Fig. 13).

**Análisis de plancton**

La playa entre Punta Corio y Mollendo, presentó la comunidad planctónica constituida por 72 taxa (63,89% fitoplancton/36,11% zooplancton) (Fig. 14).

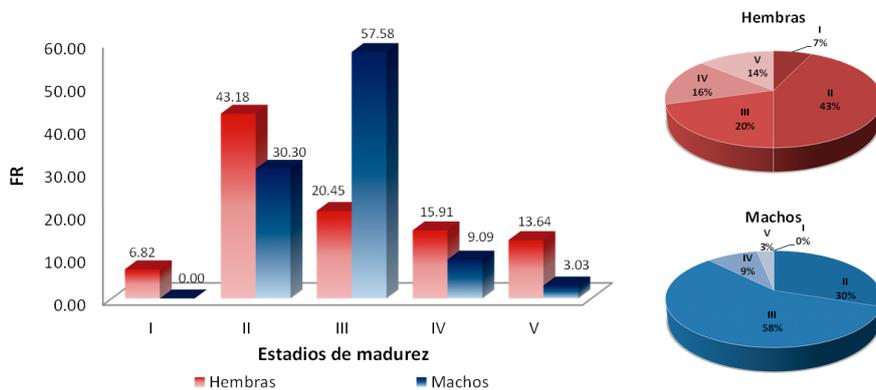


Figura 12.- Madurez gonadal por sexo. Evaluación de *M. donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

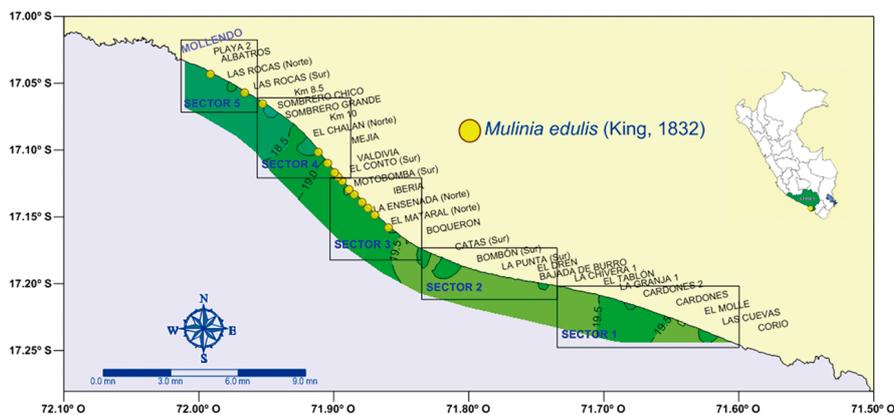


Figura 13.- Distribución de *Mulinia edulis*. Evaluación de *M. donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

De estas taxa identificadas, 27 especies se encontrarían formando parte de la dieta de *M. donacium* (FLORES, 2007) como se puede observar por perfil de muestreo en la Figura 15 y Anexo 1 y 2. La comunidad planctónica estuvo representada por especies fitoplanctónicas con 46 taxa: 37 diatomeas neríticas, 8 dinoflagelados y 1 silicoflagelado. El zooplancton estuvo representado por 26 taxa, los copépodos tuvieron mayor representación (9 taxa), el resto de organismos con 17 taxa, resaltando los phyla Tintinnida, Pisces, Foraminifera, Mollusca (Bivalvia) (Fig. 15).

La diatomea *Cocconeis* sp.1 fue la más abundante, otras diatomeas presentes fueron *Navicula* sp.1 y *Pinnularia* sp.1 (Anexo 1). Se reporta además la presencia de dinoflagelados y una especie de silicoflagelado el *Octactis octonaria*.

**Larvas de bivalvos**

Durante la evaluación en las muestras de plancton de las estaciones P1, P2, P3, P4 y P6 se observaron larvas de bivalvos tipo D y larvas umbonadas que corresponderían a la especie *M. donacium* (Figs. 16, 17; Anexo 2).

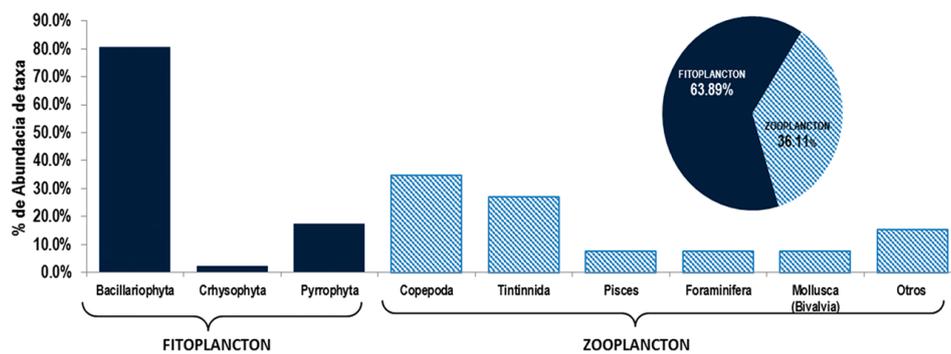


Figura 14.- Porcentaje de los grupos taxonómicos observados Evaluación de *M. donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

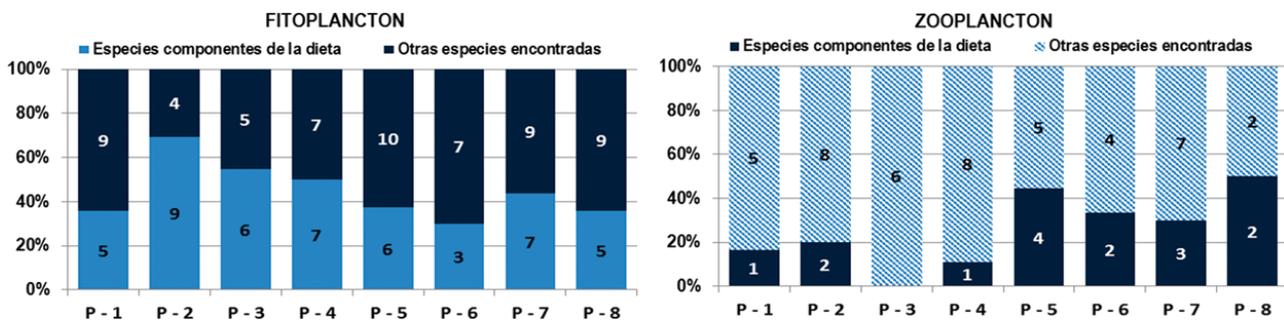


Figura 15.- Composición planctónica semicuantitativa por perfil de muestreo, representando el número de taxa que forma parte de la dieta de *M. donacium*. Evaluación de *M. donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

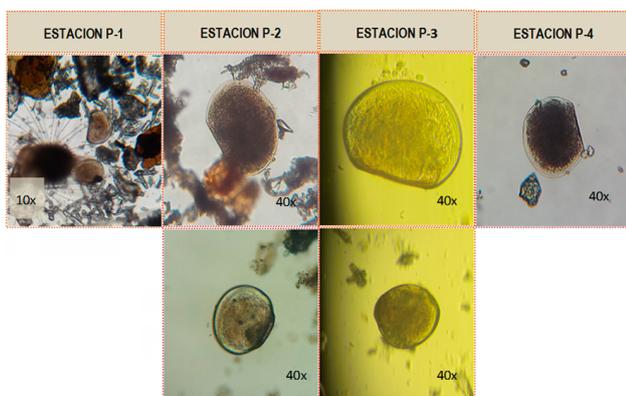


Figura 16.- Imágenes de larvas de bivalvos observadas al microscopio. Evaluación de *M. donacium* entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

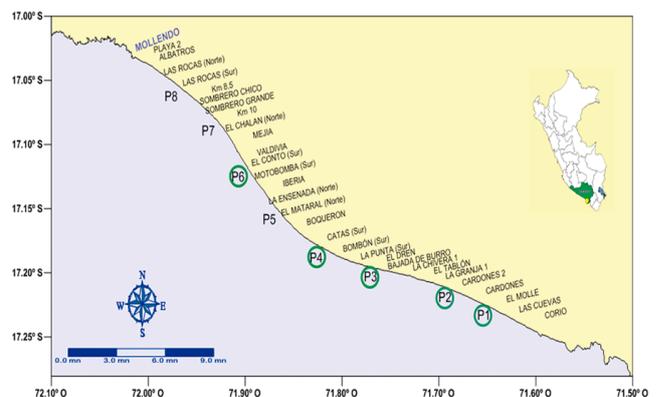


Figura 17.- Estaciones de muestreo de plancton (en círculo verde presencia de larvas D y Umbonadas). Evaluación de *M. donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

**Macroinfauna acompañante**

Los resultados del análisis de estructura de la comunidad de la macroinfauna, hacen especial referencia a las especies (11): *Emerita analoga*, *Mesodesma donacium*, *Blepharipoda spinimana*, *Lepidopa chilensis*, *Bellia picta*, *Mulinia edulis*, *Ocypode gaudichaudi*, *Platyxanthus orbigny*, *Pseudocorystes sicarius*, *Glyceridae* y *Sinum cymba*, que comparten el hábitat de la macha en la zona intermareal del banco de arena de la provincia de Islay (Anexo 3).

En la figura 18, se muestra el dendrograma. Este análisis de distancia generó el cluster, que muestra la separación de las localidades en base a las especies presentes, en dos grupos principales.

**CARACTERIZACIÓN DE COMPONENTES ABIÓTICOS**

En la provincia de Islay, la forma de la playa varía debido a que las arenas permanecen en constante movimiento causado por el oleaje. Los contornos de la costa afectan la refracción de las olas y por lo tanto también a la energía del embate de las olas que afectan a la costa. Esto a su vez afecta la segregación del tamaño del grano de la arena. En términos generales, los elementos gruesos no se transportan lejos, pero los materiales finos, recorren a veces distancias muy grandes, llevados en suspensión por la corriente costera originada por el oleaje.

La zona estudiada entre Punta Corio y Mollendo, se caracteriza 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**

El análisis de la posición de la línea de costa, en toda la extensión, muestra que en el Sector Sur

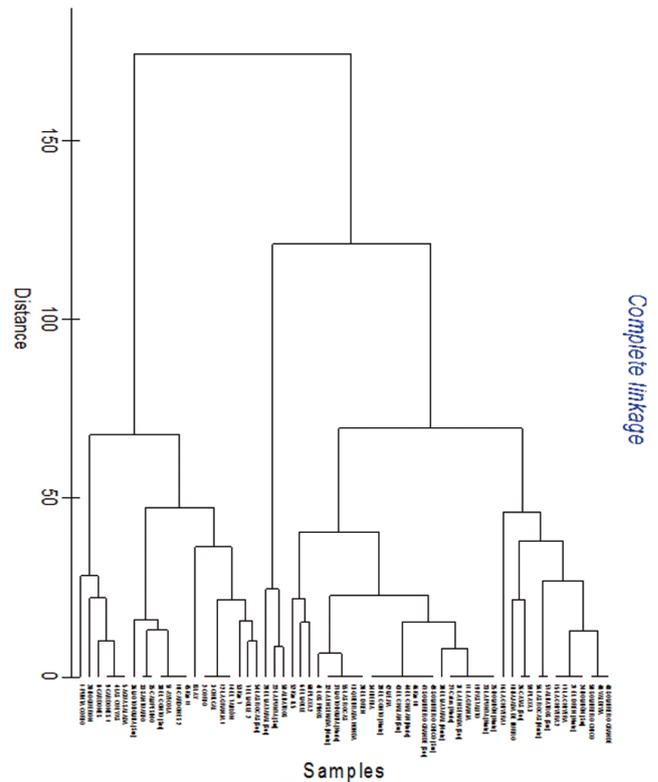


Figura 18.- Cluster de similaridad entre las muestras de macroinfauna asociada a *M. donacium* entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

(Punta de Bombón), en los perfiles P2 (Cardones) y P4 (Bombón Norte) se observó una tendencia a incrementar el ancho de playa, en particular en el perfil P4 con una amplitud de 50 metros (zona de secado y resurgencia); en los perfiles P1 (El Molle) y P3 (Pastalito) ésta tiende a retroceder a una amplitud de 35 metros. En el Sector Norte (Deán Valdivia - Mollendo), se observó amplitud estable de la línea de costa en el perfil en toda su extensión (Tabla 2).

**Morfodinámica y perfil medio de playa.-** Individualmente, y en conjunto, los 8 perfiles obtenidos muestran que la extensión de monitoreo entre Punta Corio (Punta de

Tabla 1.- Abundancia y Biomasa de macha. Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

Localidad	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Dean Valdivia	Mejía	Mejía	Mollendo
Perfil	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Variable Oceanografica	El Molle	Cardones	Pastalito	Bombon	La Ensenada	El Conto	Sombrero Grande	Las Rocas
Altura de Ola Hb (cm)	150	180	180	200	200	170	160	165
Periodo de Ola T (s)	11	11	9	11	8	11	9	9
Vel. de caída Ws (cm/s)	3,4	4,9	3,4	2,9	3,4	2,7	2,7	2,7
Parametro Ω	4,03	3,34	5,90	6,28	7,38	5,83	6,71	6,92
Hora	12:03 PM	11:46 AM	1:07 PM	12:35 PM	1:01 PM	1:18 AM	1:34 PM	2:06 PM
Fecha	08/12/2015	09/12/2015	10/12/2015	11/12/2015	12/12/2015	13/12/2015	14/12/2015	15/12/2015

Bombón) y Las Rocas (Mollendo) en esa época del año se caracterizó por presentar una pendiente suave que varió entre 0,77° y 1,10°. Los perfiles obtenidos a partir de cada transecto se representan esquemáticamente en figura 19.

El análisis de morfodinámica y perfil medio de playa muestra que en el Sector Sur (Punta de Bombón), el perfil P3 (Pastalito) evidencia una pendiente de 0,77°, debido a la progradación ocurrida como resultado de la descarga del río Tambo. En el perfil P1 (El Molle) se evidenció una pendiente poco pronunciada de 1,04° debido a su proximidad a Punta Corio.

En el Sector Norte (Deán Valdivia - Mollendo) se observó pendientes poco escarpadas entre 0,95° y 1,10°, evidenciándose en el perfil P6 la progradación de la línea de costa, con mayor acumulación de arena en la proximidad de la playa.

La pendiente del substrato es una de las variables que definen la naturaleza de una

playa de arena (SHORT, 1996). En términos generales las playas de arena son clasificadas en base a la acción del oleaje incidente como playas reflectivas: de gran pendiente (> 15°) y playas disipativas: de muy baja pendiente (< 5°) (BRAZEIRO, 2001). Desde esta perspectiva, el banco de arena de la provincia de Islay entre Punta Corio y Mollendo se puede considerar como playa disipativa; al menos a partir de los resultados obtenidos durante esa época del año.

En general los perfiles estudiados en el Sector Sur (Punta de Bombón) se clasificaron como playas intermedias; presentando valores del parámetro Ω entre 3,34 y 6,28, acercándose a los límites de playas disipativas, como resultado del efecto del tamaño de partícula ante condiciones iguales de oleaje. En el Sector Norte (Deán Valdivia - Mollendo) los valores de Ω oscilaron entre 5,83 y 7,38 clasificándose como playas disipativas. Si bien para toda la costa se emplearon las mismas condiciones de clima de oleaje, Ω muestra una variación a lo largo de la costa (Tabla 3).

Tabla 2.- Zonación de los perfiles de playa (SALVAT, 1964) entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay, Arequipa. Evaluación de *M. donacium*. Diciembre 2015

Localidad	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Dean Valdivia	Mejía	Mejía	Mollendo
Perfil	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Zona	El Molle	Cardones	Pastalito	Bombon	La Ensenada	El Conto	Sombrero Grande	Las Rocas
Secado	0 - 15m	0 - 20m	0 - 15m	0 - 15m	0 - 45m	0 - 20m	0 - 25m	0 - 25m
Retencion	15 - 35m	20 - 45m	15 - 35m	15 - 50m	45 - 65m	20 - 40m	25 - 45m	25 - 45m
Resurgencia	35 - 50m	45 - 55m	35 - 70m	50 - 70m	65 - 85m	40 - 60m	45 - 65m	45 - 75m
Saturacion	>50m	>55m	>70m	>70m	>85m	>60m	>65m	>75m
Hora	12:03 PM	11:46 AM	1:07 PM	12:35 PM	1:01 PM	1:18 AM	1:34 PM	2:06 PM
Fecha	08/12/2015	09/12/2015	10/12/2015	11/12/2015	12/12/2015	13/12/2015	14/12/2015	15/12/2015

Tabla 3.- Altura de ola (cm), Periodo de ola (s), Velocidad de caída (cm/s) de los perfiles de playa, entre Punta Corio y Mollendo. Evaluación de *M. donacium*. Diciembre 2015

Localidad	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Dean Valdivia	Mejía	Mejía	Mollendo
Perfil	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Variable Oceanografica	El Molle	Cardones	Pastalito	Bombon	La Ensenada	El Conto	Sombrero Grande	Las Rocas
Altura de Ola Hb (cm)	150	180	180	200	200	170	160	165
Periodo de Ola T (s)	11	11	9	11	8	11	9	9
Vel. de caída Ws (cm/s)	3,4	4,9	3,4	2,9	3,4	2,7	2,7	2,7
Parametro Ω	4,03	3,34	5,90	6,28	7,38	5,83	6,71	6,92
Hora	12:03 PM	11:46 AM	1:07 PM	12:35 PM	1:01 PM	1:18 AM	1:34 PM	2:06 PM
Fecha	08/12/2015	09/12/2015	10/12/2015	11/12/2015	12/12/2015	13/12/2015	14/12/2015	15/12/2015

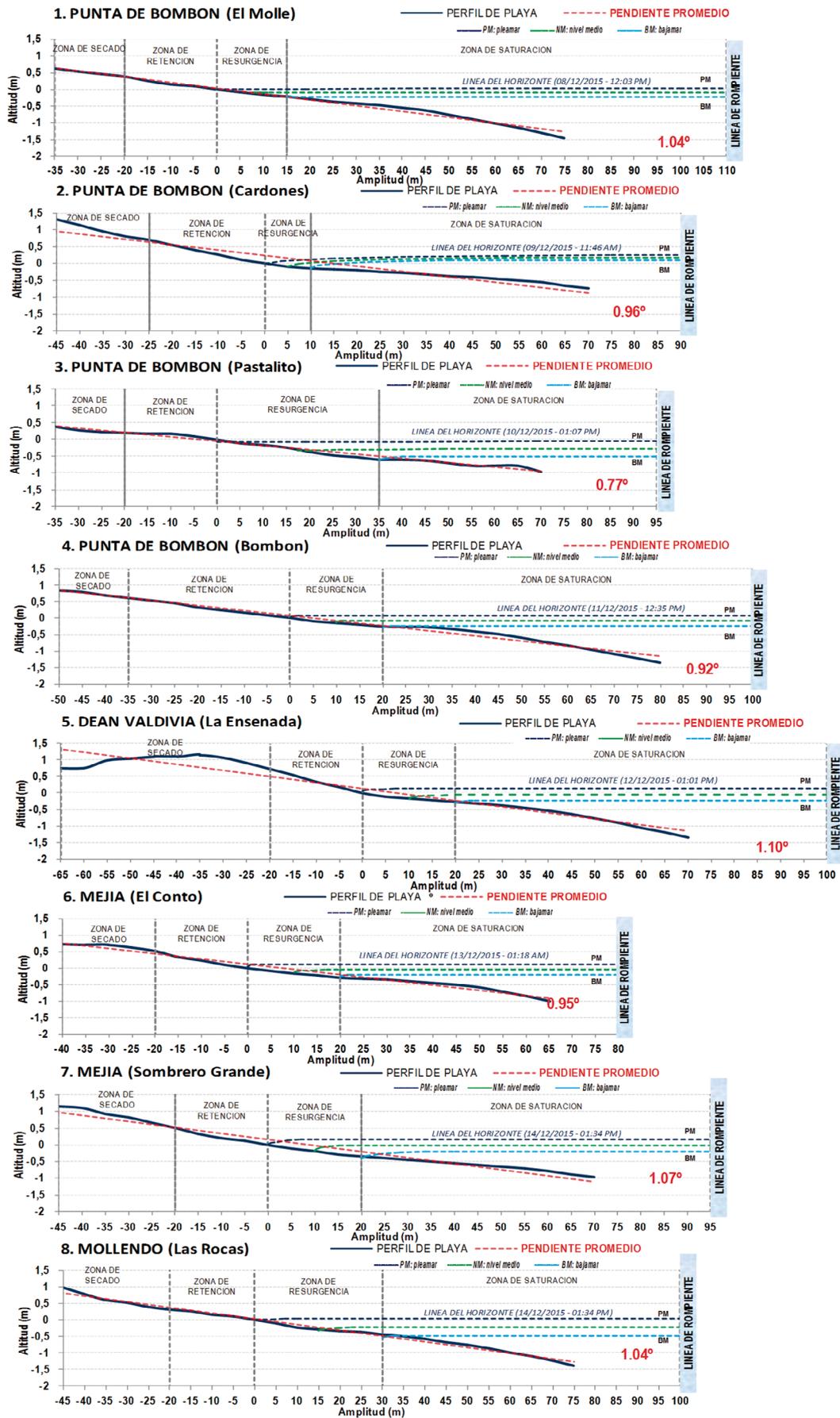


Figura 19.- Morfodinámica y perfil medio de playa entre Punta Corio Punta de Bombón y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Evaluación de *M. donacium*. Diciembre 2015

### Temperatura superficial del mar (TSM)

La TSM en el área de estudio, presentó valores en el rango de 17,8 a 20,2 °C, promedio de 19,1 ±0,03 °C, influenciada por la intensidad de los vientos y las condiciones del mar.

## 4. CONCLUSIONES

La extensión de sustrato arenoso en el BN de la provincia de Islay, comprendido entre Cerro Pedregoso – Punta Corio (Punta de Bombón) y Arizona (Mollendo), cuenta con una extensión de 60 km y sus playas presentan una amplitud variable entre 75 m y 145 m; las diferencias observadas entre los tramos de la playa se deben a las áreas de influencia adyacentes, como presencia de la desembocadura del río Tambo en la zona central del área (Boquerón), cuyo ancho y desembocadura oscila entre 200 – 300 metros, con presencia de grava, limo y arena.

Durante el 2015, en el BN de Islay se produjo decaimiento de abundancia y de biomasa de macha (extracción ilegal). El Sector 1 tuvo menos biomasa por ser el área de repoblamiento de Islay, en el que sembraron ejemplares de tallas menores, mientras que en los otros sectores se pudo observar un leve incremento poblacional.

En relación a la condición reproductiva de la macha se observó en diciembre que en las hembras el proceso de maduración y desove está declinando, lo cual es concordante con lo registrado en años anteriores para esta misma estación. Cabe mencionar que, a pesar de los calentamientos anómalos de la TSM registrados en los últimos meses del 2015, este recurso ha registrado maduración e incluso desove de sus gónadas durante las semanas anteriores a la evaluación.

## REFERENCIAS

- ÁLAMO V, VALDIVIESO V. 1997. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Bol Inst Mar. Perú. (Segunda edición, revisada y actualizada). 183 pp.
- ALARCÓN E. 1979. El recurso de macha (*Mesodesma donacium*), de la IV Región. Dpto. Oceanografía Biológica. Informe CIS. U. del Norte, Sede Coquimbo. 53 pp.
- ARNTZ W E, BREY T, TARAZONA J, ROBLES A. 1987. Changes in the structure of a shallow sandy beach community in Peru during an El Niño event. Biology. University of California. Los Angeles, 31 p. African Journal Marine Science. 5: 645 - 658.
- 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, DF, 550 pp.
- BAZIGOS G P. 1981. El diseño de reconocimiento de pesca con redes de arrastre. FAO. Com. Coord. Invest. Cient. (COCIC-CPPS). 24-28 noviembre 1980. Lima, CPPS. Series Seminarios y Estudios. 3: 1 - 17.
- BEALL G. 1940. Methods of estimating the population of insects in a field. Biometrika 30: 422 - 439.
- BERNABEU A M, MEDINA R, VIDAL C. 2003. Wave reflection on natural beaches: An equilibrium beach profile. Estuar. Coast. Shelf Sci. 57: 577 - 585.
- BENEDET L, FINKL C W, CAMPBELL T, KLEIN A. 2004. Predicting the effect of beach nourishment and cross-shore sediment variation on beach morphodynamic assessment. Coast. Eng. 51: 839 - 861.
- 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. V 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.
- BUITRÓN B, PEREA A. 1996. Informe sobre el estado reproductivo de "Macha" *Mesodesma donacium* de la zona de Ilo durante Febrero y Marzo 1996. Informe Interno.
- CAMPUSANO C, CEPEDA P. 1979. Estructura de la comunidad y ecología poblacional de la macha *Mesodesma donacium* (Lamarck 1818) en la Bahía de Coquimbo. Universidad de Chile - SERPLAC IV Región. 180 pp.
- 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. Oceanograph. 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.
- ELLIOTT J M. 1977. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Freshwater Biological Association. Scientific Publication. 25.
- 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.

- FINNEY D J. 1946. Field sampling for the estimation of wireworm populations. *Biometrics* 2(1): 1 - 7.
- 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, 69 p. Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo.
- FUENTES I. 1988. Desarrollo y morfología externa comparada de larvas y post - larvas de *Mesodesma donacium* y *Mulinia* sp. (Bivalvia: Maत्रacea) cultivadas en laboratorio. Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias del Mar. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte. Chile.
- HASLE G R, SYVERTSEN E E. 1996. Marine Diatoms. In: Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates (ed. C.R. Tomas). Academic Press, San Diego. pp. 5 - 385.
- HEIMDAL B R. 1993. Modern coccolithophorids, p. 147 - 247. In C. R. Tomas [ed.], *Marine phytoplankton. A guide to naked flagellates and coccolithophorids*. Academic.
- 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.
- HOBSON K, BANSE K. 1981. Sedentary and Archiannelid Polychaetes of British Columbia and Washington. Department of Fisheries and Oceans. *Bull.* 209: 144.
- 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.
- IMARPE. 2005. Evaluación del recurso macha (*Mesodesma donacium*) en el litoral de la provincia de Islay - Región Arequipa. Diciembre 2004. Inf Interno. Inst Mar Perú - Sede Ilo.
- IMARPE. 2007a. Evaluación del recurso macha (*Mesodesma donacium*) en el litoral de la provincia de Islay - Arequipa. Diciembre 2006. Inf Interno. Inst Mar Perú - Sede Ilo.
- IMARPE. 2007b. Evaluación del recurso macha (*Mesodesma donacium*) en el litoral de la provincia de Islay - Arequipa. Abril 2007. Inf Interno. Inst Mar Perú - Sede Ilo.
- IMARPE. 2008. Evaluación del recurso macha (*Mesodesma donacium*) en el litoral de la provincia de Islay - Arequipa. Mayo 2008. Inf Interno. Inst Mar Perú - Sede Ilo.
- IMARPE. 2010. Manual de procedimientos para el muestreo y ensayo semicuantitativo y cuantitativo de fitoplancton potencialmente tóxico.
- 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.
- JEREZ G, ARIZ L, BAROS V, OLGUIN A, GONZÁLEZ J, OLIVA J, OJEDA V, DÍAZ E. 1999. Estudio Biológico Pesquero del recurso macha en la I y III Regiones. FIP N° 97 - 33.
- 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.
- 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.
- MÉNDEZ M. 1982. Crustáceos comerciales y otras especies comunes en el litoral peruano. *Bol Lima*. IV(20).
- MONROY A, LUCERO S, QUIRÓZ M. 2016. Evaluación biológica poblacional de macha (*Mesodesma donacium* Lamarck, 1818) en la provincia de Islay, Arequipa. Febrero 2015. *Inf Inst Mar Perú*. 43(1): 11-36.
- OLIVARES G, WOLF M. 2006. Retención y exportación de larvas de *Mesodesma donacium* en la IV Región basadas en un esquema simple de transporte Lagrangiano. XXVI Congreso de ciencias del Mar, Iquique, Chile. 22-26 de mayo.
- ORTIZ M, STOTZ W. 1996. Distribución de juveniles recientemente asentados de *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818) (Mollusca: Bivalvia: Mesodesmatidae) en tres bahías de la IV Región: Variables físicas y químicas que le caracterizan. *Biol. Pesquera (Chile)*. 25: 27 - 40.
- PAREDES C E. 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, 141 p. Tesis para optar el Grado de Doctor.
- QUIROZ M, BARRIGA E. 1997. Evaluación del recurso macha (*Mesodesma donacium*) en el sur de Perú - 1996. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* N° 71.
- SALVAT B. 1964. Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sédiments meubles intertidaux et la répartition verticale de la jeune 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, Vol. 10, Section 3, 617 pp. In *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz* 2 Teil.
- STOTZ W, LANCELLOTTI D, LOHRMANN K, BRAND E, ABURTO J, CAILLAUX L, VALDEBENITO L. 2003. Repoblamiento de bancos de macha en Playa "Las Machas" de Arica, I Región. Informe final. Proyecto Fip 2001-24: 207.
- SHORT A D. 1996. The role of wave height, slope, tide range and embaymentisation 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.
- TAYLOR C C. 1953. Nature of variability in trawl catches. U.S. Fish and Wildlife Service Fishery Bulletin. 54: 145 - 166.
- 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. 97 p. Tesis para optar el Grado de Bachiller.
- 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. 1978. Preservation and storage. In A. Sournia (Ed.) Phytoplankton manual. UNESCO, Paris. Pp. 69 - 74.
- 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, 24-25 Noviembre 2005, Veracruz, México.
- WRIGHT L D, SHORT A D. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis. Mar. Geol. 56: 93 - 118.
- YOUNG C M, CHIA F S. 1987. Abundance and distribution of pelagic larvae as influenced by predation, behavior, and hydrographic factors. In Giese C, Pearse JS, Pearse VB (Eds) Reproduction of marine invertebrates, Vol 9. Blackwell Scientific, Palo Alto, and The Boxwood Press. Pacific Grove. CA. pp. 385 - 463.

## Anexo

Anexo 1.- Fitoplancton. Composición semicuantitativa por perfil de muestreo. Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

TAXA	Estaciones de muestreo (por Tierra)							
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8
<b>FITOPLANCTON</b>								
<b>BACILLARIOPHYTA</b>								
<i>Aulacodiscus kittoni</i>	0	2	1	0	1	0	1	0
<i>Biddulphia odontella</i>	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Biddulphia rhombus</i>	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Chaetoceros curvoisetus*</i>	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Chaetoceros danicus</i>							0	0
<i>Chaetoceros didymus*</i>	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Chaetoceros lorenzianus*</i>	0	0	0	0	3	3	0	0
<i>Chaetoceros sp1</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cocconeis sp1*</i>	4	4	3	4	3	3	3	4
<i>Corethron hystrix</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus centralis*</i>	1	0	0	2	2	1	1	3
<i>Coscinodiscus granii</i>	1	4	0	1	0	2	0	0
<i>Coscinodiscus perforatus*</i>	0	1	2	3	1	1	0	2
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Cyclotella sp1</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cymbella sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Denticula sp1</i>	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Detonula pumila*</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ditylum brightwellii*</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Entomoneis alata</i>	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Gomphonema sp1</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Gosleriella sp1</i>	1	0	0	0	1	0	1	0
<i>Grammatophora marina</i>	0	4	0	0	0	0	0	0
<i>Licmophora sp1*</i>	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Lithodesmium undulatum</i>	0	0	0	3	0	2	2	0
<i>Navicula sp1*</i>	4	2	4	3	0	0	4	4
<i>Nitzschia sp1*</i>	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Odontella aurita</i>	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Odontella longicruris</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Pinnularia sp1</i>	3	0	0	1	2	0	3	2
<i>Pinnularia sp2</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Pleurosigma sp1*</i>	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia robusta</i>	0	1	0	0	1	0	0	1
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	0	2	2	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema nitzschioides*</i>	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Thalassiosira rotula</i>	0	0	0	0	0	0	2	0
<b>CRHYSOPHYTA</b>								
<i>Octactis octonaria*</i>	0	0	1	0	1	0	0	0
<b>PYRROPHYTA</b>								
<i>Ceratium furca*</i>	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Dinohrix sp1</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Prorocentrum micans*</i>	0	0	1	0	0	0	2	3
<i>Protoperidinium depressum*</i>	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Protoperidinium leonis*</i>	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>Protoperidinium longispinum*</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	1	0	0	0	1	0	0	1

\* Especies componentes de la dieta de *Mesodesma donacium* (Lamarck,1818)(Fuente: Flores, 2007).

ESCALA FRECUENCIA RELATIVA: 4: Muy abundante (> 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), 0: Ausente.

**Anexo 2.-** Zooplancton. Composición semicuantitativa por perfil de muestreo. Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Mollendo, provincia de Islay-Arequipa. Diciembre 2015

TAXA	Estaciones de muestreo (por Tierra)							
	P - 1	P - 2	P - 3	P - 4	P - 5	P - 6	P-7	P - 8
<b>ZOOPLANKTON</b>								
<b>ARTHROPODA (Orden Amphipoda)</b>								
Aoridae	0	1	0	0	0	0	0	0
<b>ARTHROPODA (Subclase Copepoda)</b>								
<i>Arcatia tonsa</i>	0	1	0	0	0	0	1	0
Estadio de Copepodito	2	0	0	1	1	1	1	0
Estadio de Nauplio	1	1	1	3	1	2	1	0
<i>Microsetella sp1</i>	0	1	0	1	1	0	0	0
<i>Oncaea sp1</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
Orden Calanoida*	1	1	0	0	1	2	1	0
Order Cyclopoida	1	0	0	0	0	0	0	0
Order Monstrilloida	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Paracalanus parvus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>ARTHROPODA (Subclase Copepoda)</b>								
Huevo de Emerita sp1.	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>CHORDATA (Clase Appendicularia)</b>								
Appendicularia Indet sp1	0	0	0	1	1	0	0	1
<b>CHORDATA (Clase Pisces)</b>								
Larvas de Pisces	1	0	0	0	0	0	0	0
Huevos de Pisces	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>CILIOPHORA(Tintinnida)</b>								
<i>Favella campanulata *</i>	0	1	0	1	0	3	1	1
<i>Helicostomella sp1</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Tintinnopsis radix</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
Tintinnida sp4*	0	0	0	0	1	0	0	0
Tintinnida sp3*	0	0	0	0	1	0	1	0
Tintinnida sp2*	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Tintinnopsis sp1</i>	0	0	2	0	1	0	0	0
<b>FORAMINIFERA</b>								
Foraminifera Indet sp1	0	1	0	1	0	1	0	0
Foraminifera Indet sp2	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>MOLLUSCA (Bivalvia)</b>								
Bivalvia larva "D"	1	1	1	2	0	1	0	0
Bivalvia larva umbonada	0	1	1	0	0	0	0	0
<b>NEMATODA</b>								
Nematoda Indet sp1	0	0	0	0	0	0	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>18</b>

\* Especies componentes de la dieta de *Mesodesma donacium* (Lamarck,1818)(Fuente: Flores, 2007).

ESCALA FRECUENCIA RELATIVA: 4: Muy abundante (> 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), 0: Ausente.

**Anexo 3.- 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. ISLAY se refiere al cálculo de los diferentes índices utilizando el conjunto de la información como un todo

Sample	Especie	Riqueza	Uniformidad	Diversidad
	S	d	J	H'(log2)
1-PUNTA CORIO	3	1.243	0.582	0.922
2-CORIO	5	2.137	0.732	1.700
3-CHILCAL	5	2.137	0.732	1.700
4-LAS CUEVAS	4	1.542	0.761	1.522
5-AGUA SALADA	4	1.542	0.761	1.522
6-EL MOLLE	4	1.674	0.813	1.626
7-EL MOLLE 2	6	2.569	0.754	1.950
8-CARDONES	4	1.674	0.709	1.418
9-CARDONES 1	4	1.542	0.761	1.522
10-CARDONES 2	6	2.569	0.823	2.128
11-LA GRANJA	5	2.346	0.804	1.868
12-LA GRANJA 1	5	2.137	0.732	1.700
13-QUEBRADA HONDA	6	2.791	0.822	2.126
14-EL TABLÓN	5	2.137	0.732	1.700
15-LA CHIVERA 2	4	1.864	0.786	1.571
16-LA CHIVERA 1	3	1.330	0.773	1.224
17-LA CHIVERA	4	1.864	0.786	1.571
18-BAJADA DE BURRO	4	1.864	0.861	1.722
19-PASTALITO	5	2.346	0.804	1.868
20-EL DREN	6	2.791	0.822	2.126
21-EL DREN (Norte)	4	1.864	0.786	1.571
22-LA PUNTA (Sur)	4	2.164	0.875	1.750
23-LA PUNTA (Norte)	5	2.346	0.804	1.868
24-BOMBÓN (Sur)	4	1.864	0.786	1.571
25-BOMBÓN (Norte)	5	2.346	0.804	1.868
26-CATAS (Sur)	5	2.659	0.887	2.059
27-Catas (Norte)	5	2.346	0.804	1.868
28-BOQUERON	2	0.798	0.592	0.592
29-EL MATARAL (Sur)	3	1.820	0.790	1.252
30-EL MATARAL (Norte)	4	1.995	0.723	1.447
31-LA ENSENADA (Sur)	5	2.346	0.804	1.868
32-LA ENSENADA (Norte)	6	2.791	0.822	2.126
33-SANTUARIO	7	3.205	0.838	2.354
34-IBERIA	6	2.791	0.871	2.252
35-CAMPESINO	7	3.205	0.838	2.354
36-MOTOBOMBA (Sur)	7	2.978	0.833	2.340
37-MOTOBOMBA (Norte)	6	2.791	0.822	2.126
38-EL CONTO (Sur)	6	2.569	0.823	2.128
39-EL CONTO (Norte)	6	2.791	0.871	2.252
40-VALDIVIA	5	2.346	0.864	2.005
41-LOS PINOS	7	3.205	0.880	2.470
42-MEJIA	6	2.791	0.871	2.252
43-EL CHALAN (Sur)	6	2.791	0.871	2.252
44-EL CHALAN (Norte)	6	2.791	0.871	2.252
45-Km 11	6	2.569	0.823	2.128
46-Km 10	6	2.791	0.871	2.252
47-SOMBRERO GRANDE (Sur)	6	2.791	0.871	2.252
48-SOMBRERO GRANDE	5	2.346	0.864	2.005
49-SOMBRERO CHICO (Sur)	6	2.791	0.871	2.252
50-SOMBRERO CHICO	5	2.346	0.864	2.005
51-AVICOLA	6	2.569	0.823	2.128
52-Km 8.5	5	2.137	0.815	1.892
53-Km 7	6	2.404	0.774	2.000
54-LAS ROCAS (Sur)	7	2.978	0.774	2.174
55-LAS ROCAS	6	2.791	0.822	2.126
56-LAS ROCAS (Norte)	6	3.107	0.898	2.322
57-ALBATROS (Sur)	6	3.107	0.898	2.322
58-ALBATROS	4	2.395	0.832	1.664
59-PLAYA 3	5	2.659	0.887	2.059
60-PLAYA 2	3	1.443	0.670	1.061
<b>ISLAY</b>	<b>11</b>	<b>4.673</b>	<b>0.884</b>	<b>3.057</b>