



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 43, Número 1



Enero - Marzo 2016
Callao, Perú

EVALUACIÓN BIOLÓGICA POBLACIONAL DE MACHA (*Mesodesma donacium*, LAMARCK 1818) EN LA PROVINCIA DE ISLAY, AREQUIPA. FEBRERO 2015

BIOLOGICAL POPULATION ASSESSMENT MACHA CLAM (*Mesodesma donacium*, LAMARCK 1818) FROM ISLAY, AREQUIPA. FEBRUARY 2015

Aldrin Monroy R.¹

Stevens Lucero P.

Marco Quiroz R.

RESUMEN

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.*- La evaluación se realizó entre el 20 y 26 de febrero 2015, el área de distribución de la macha comprendió la playa entre punta Corio y Sombrero Chico en la provincia de Islay; no se registró entre el Boquerón y La Ensenada. La mayor concentración se observó entre Las Cuevas y El Tablón (área de repoblamiento de Islay). La densidad relativa de las estaciones/transectos varió entre 0 y 20,39 ejem/m². El área efectiva de distribución se calculó en 1'413.514 m², se estimó abundancia en 7'722.393 ejemplares y biomasa total 147,58 t. Se analizó biométricamente 2.612 ejemplares, la talla varió entre 26 y 90 mm de longitud valvar (LV), con moda principal en 62 mm y secundaria en 76 mm, la longitud promedio fue 59,17 mm, el 89,43% estuvo debajo de la Talla Mínima de Captura (TCM= 70 mm). Los perfiles medios de playa fueron de pendiente suave que varió entre 1,00° y 1,72°; en el Sector sur (Punta de Bombón) se observó playas intermedias acercándose a los límites de playas disipativas (Ω entre 3,14 y 5,92), en el Sector norte (Dean Valdivia - Mejía) se observaron playas intermedias - disipativas (Ω entre 4,53 y 5,22). La temperatura superficial del mar varió entre 16,4 y 21,0 °C, promedio 18,2±0,02 °C. En el análisis del plancton, entre El Molle y Cardones y El Conto y Mejía, se observó larvas D y umbonadas con características similares a *Mesodesma donacium*.

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

ABSTRACT

MONROY A, LUCERO S, QUIRÓZ M. 2016. *Biological population assessment macha clam (Mesodesma donacium, Lamarck 1818) from Islay, Arequipa. February 2015. Inf Inst Mar Perú. 43(1): 11-36.*- The population assessment of macha clam was performed in February 2015; the distribution area of was between Punta Corio and Sombrero Chico with an absence in the central zone between el Boquerón and La Ensenada. The highest concentration was observed between Las Cuevas and El Tablón (area repopulation of Islay). The relative density of stations / transects varied between 0 and 20.39 individuals/m². The effective range was estimated at 1'413,514 m². The abundance was 7'722,393 individuals and total biomass was 147.58 t. 2,612 individuals were reviewed. The size varied between 26 and 90 mm valve length (LV) with main mode in 62 mm and 76 mm high, the average length was 59.17 mm, the 89.43% was below the minimum catch size (TCM= 70 mm). Media profiles were gently sloping beach which ranged between 1.00° and 1.72°. In Punta de Bombón, intermediate beaches was observed approaching the limits of dissipative beaches (Ω between 3.14 and 5.92). North of Dean Valdivia-Mejia, intermediate-dissipative beaches were observed (Ω between 4.53 and 5.22). The sea surface temperature varied between 16.4 and 21.0 °C, average 18.2±0.02 °C. In the plankton (El Molle and Cardones and El Conto and Mejia) D and umbonate larvae observed with similar characteristics to *Mesodesma donacium*.

KEYWORDS: *Mesodesma donacium*, natural patch, relative density, average biomass

1. INTRODUCCIÓN

La Región 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 los 15 a 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,

¹ IMARPE Ilo. CP ampliación Punta Nueva, Mz y Lote 07 y 08, Cerrillos, 1 Zona A Samuel Pastor, La Pampa, Panamericana sur km 848. Camaná. amonroy@imarpe.gob.pe

ubicó esta pesquería en una situación de colapso pesquero, determinándose la necesidad de establecer medidas de protección entre las cuales se encuentra la aplicación de una veda en las regiones Arequipa, Moquegua y Tacna, dispuesta por la Resolución Ministerial N° 099-99-PE.

Las comunidades bentónicas cumplen un rol importante dentro de los ciclos biogeoquímicos y en la cadena trófica del ecosistema marino, por su estrecha relación con el sustrato; por lo que es importante estudiar el comportamiento de esas comunidades frente a los cambios oceanográficos estacionales, anuales o interanuales y las relaciones que existen entre el sustrato sobre la distribución de ciertas especies en las playas, principalmente por el tamaño de grano y tipo de sedimentos, ya que estos determinan la porosidad y capilaridad del medio, permitiendo, entre otras características, mayor o menor humedad de manera que los organismos excavadores se introduzcan verticalmente hacia estratos con humedad óptima (WIESER, 1959).

IMARPE Camaná entre el 20 y 26 de febrero 2015, efectuó la Evaluación biológico poblacional del recurso macha (*Mesodesma donacium* Lamarck 1818) entre Punta Corio y Sombrero Chico 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.

ANTECEDENTES

Mesodesma donacium, Lamarck 1818, 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 y 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 etéreo, 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, determinan los parámetros de crecimiento para macha en Arica (Chile), estimando la función de crecimiento $L_{ap(t)} = 103,2 * (1 - e^{-0,231162 * (t+0,9085)})$, tasa de mortalidad natural de 0,60 (año⁻¹), longitud crítica de 64,6 mm y edad crítica de 3,35 años.

ARNTZ et al. 1985, explican el crecimiento de *M. donacium* en función de la edad, siendo este 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, explica 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 *Mesodesma 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.

Los últimos desembarques más importantes de macha, se registraron en los años 1996 y 1997; posteriormente, el evento “El Niño -1998” provocó mortalidad masiva de las poblaciones de esta especie en el litoral sur, caracterizándose por sucesivas varazones entre diciembre 1997 y febrero 1998 (QUIROZ y BARRIGA 1998).

En la evaluación realizada en abril del 2002, en la provincia de Islay entre el Boquerón y Punta Corio, se registró pobres concentraciones de machas, que no alcanzaban los niveles explotables (QUIROZ y BARRIGA 2002).

En diciembre del 2004 entre Punta Corio y La Punta, se estimó biomasa de 15 t de macha (IMARPE 2005). Posteriormente, esta zona registró valores poblacionales más altos que el resto de bancos naturales de sustrato arenoso de la Región 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, IMARPE 2007b).

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).

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 Sombrero Chico con una extensión aproximada de 46 km, los límites geográficos por el norte son 71,94959°W – 17,06256°S y por el sur 71,57002°W – 17,25345°S (Fig. 1).

Para el posicionamiento de estaciones de muestreo, se utilizó un GPS portátil (Garmin Montana 650, Garmin 62sc, Datum WGS84). La colecta se realizó en horas de bajamar (en baja), contando para ello con la Tabla de Mareas 2015 de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú. Asimismo, se contemplaron los pronósticos de altura de ola (m), período de ola (seg.), dirección y velocidad del viento (nudos), obtenidos de los modelos numéricos de predicción de oleaje GFS-50km (Global Forecast System) y WW3 (WAVEWATCHIII) desarrollados por la NOAA/NCEP y operados por los servidores WindGuru y Fleet Numerical Meteorology and Oceanography Center (FNMOC).

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:

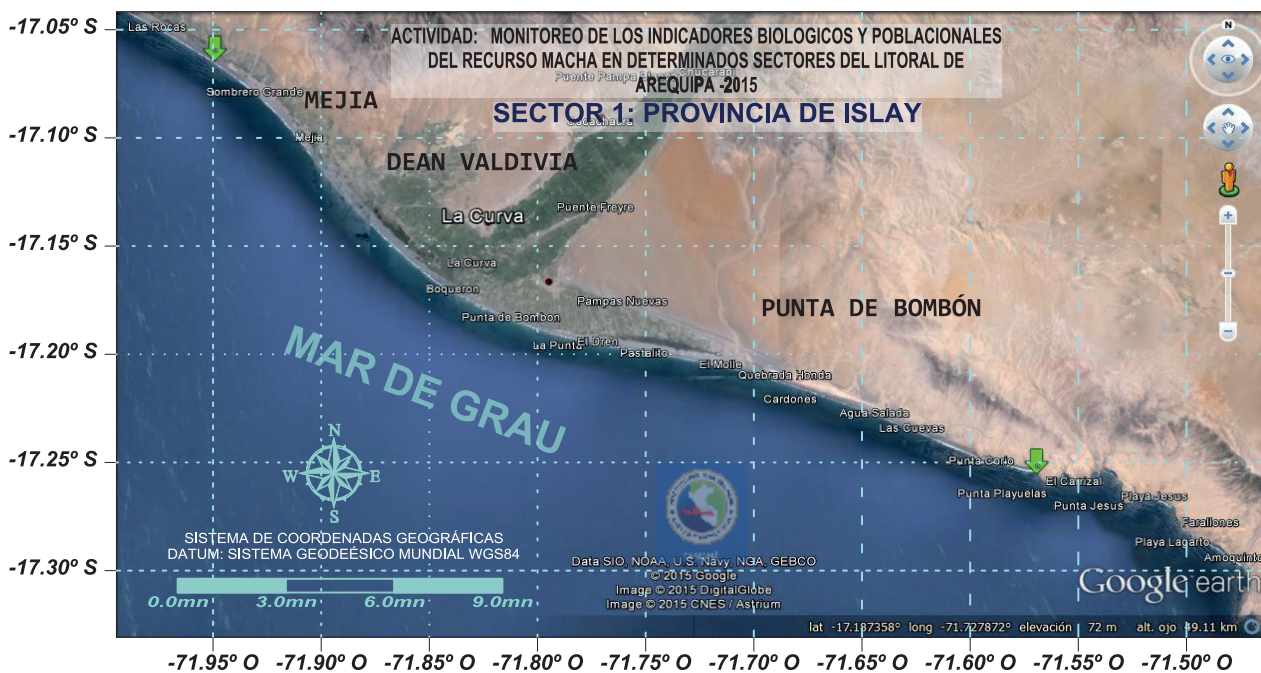


Figura 1.- Área de evaluación biológico poblacional de *Mesodesma donacium* entre Punta Corio y Sombrero Chico, Provincia de Islay – Arequipa

- Zona de secado o de arena seca sobre la línea o marca normal de alta marea y humedecida sólo por efecto de spray.
- 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.
- 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.
- 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 una 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 medido con una 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 $Z=ax^b$.

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 de acuerdo con 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 Ω es posible identificar playas disipativas ($\Omega > 6$), intermedias (Ω entre 1 y 6) o reflectivas ($\Omega < 1$).

$$\Omega = Hb/W_sT$$

Donde: Hb es la altura de ola en rompiente (m), W_s 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 (W_s) 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 (D_{50}) está entre 0,1 y 1 mm:

$$W_s = 273 \times D_{50}^{1.1}$$

TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR

Se registró la temperatura en toda la extensión del área de evaluación en estaciones de muestreo prefijadas.

CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPONENTES BIÓTICOS

Análisis de plancton

Se colectó 6 muestras de agua de mar, filtrando 100 m³ en una red estándar de 75 μ m. Las muestras se fijaron con formalina al 4% en frascos de 250 mL. 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 y SYVERTSEN (1996) y STEIDINGER y 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.

Se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener, dominancia de Simpson, equidad de Pielou y riqueza de especies de Margalef (MORENO 2001).

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 utilizaron claves, ilustraciones y bibliografía especializada (MARINCOVICH 1973, PAREDES 1974, 1999; 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 y GORLEY 2001).

EVALUACIÓN DE LA ESPECIE PRINCIPAL

Se utilizó la unidad de muestreo de 1 m², BEALL (1938), 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 1979).

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 m² (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 chingullo (bolsa provista de un anillo metálico y malla de 2 mm). La primera estación de muestreo se ubicó muy cerca a 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 utilizando la siguiente ecuación (BAZIGOS 1981):

$$\bar{Y}_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} y_i \tag{1}$$

La varianza de la media en el estrato j se calculó con la siguiente ecuación:

$$V(\bar{Y}_j) = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} (y_i - \bar{Y}_j)^2}{n_j - 1} \tag{2}$$

Donde: \bar{Y}_j = densidad o biomasa media en el estrato j

n_j = número de estaciones en el estrato j

y_i = densidad o biomasa por m² en la estación i

$V(\bar{Y}_j)$ = varianza de la media en el estrato j

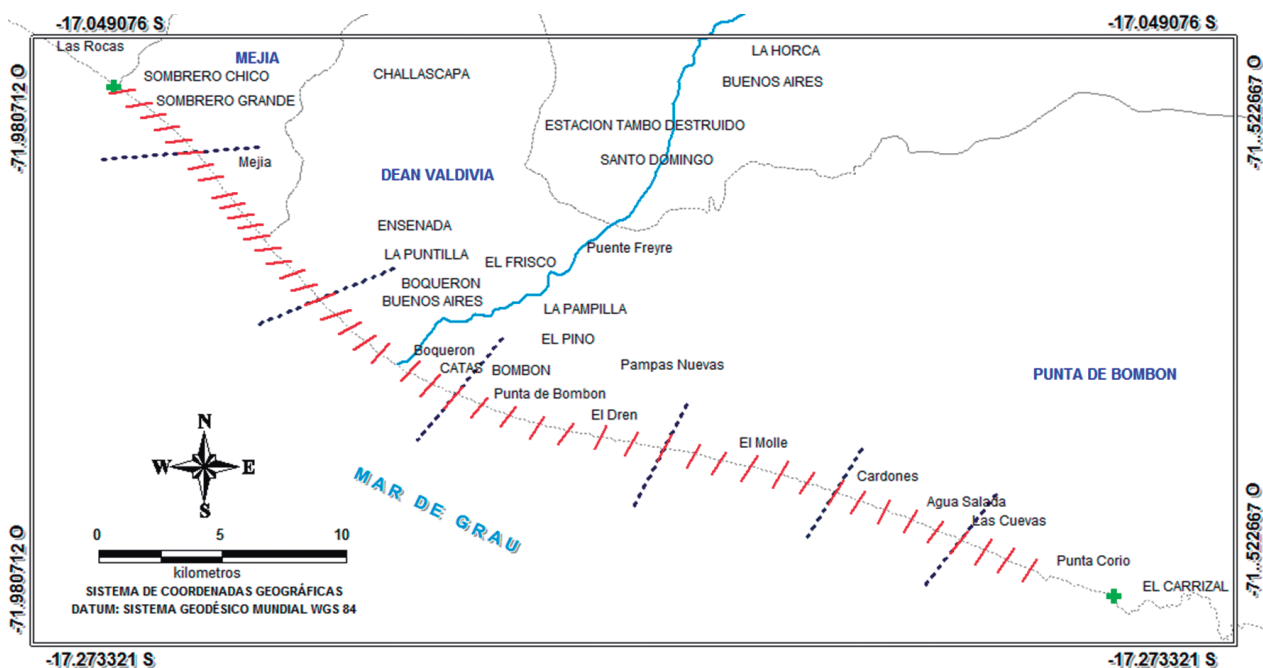


Figura 2.- Transectos (rojo) de evaluación biológico poblacional de *M. donacium*, Punta Corio-Sombrero Chico, Provincia de Islay-Arequipa. Perfiles dispuestos cada 500 m latitudinales. Líneas punteadas: muestreo de plancton y parámetros oceanográficos, pendiente y zonación de playa

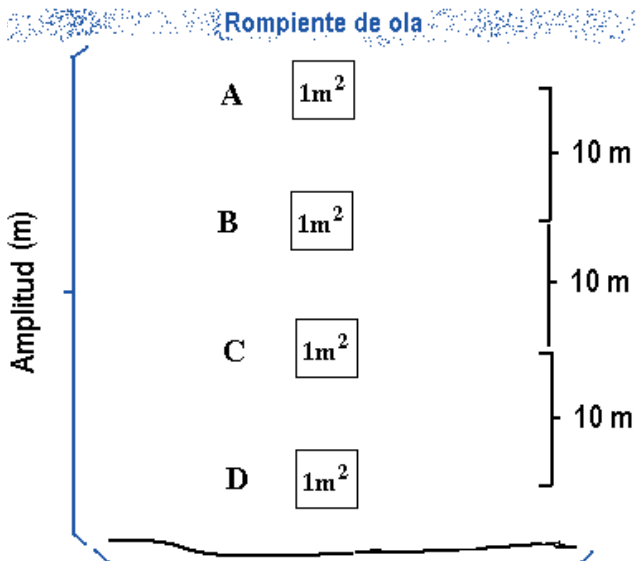


Figura 3.- Representación del muestreo de macha

La densidad total por estrato se obtuvo con la ecuación:

$$D_j = A_j * \bar{Y}_j \quad (3)$$

Donde: D_j = densidad o biomasa total en el estrato

A_j = área total del estrato j

\bar{Y}_j = densidad o biomasa media por m^2 en el estrato j

La densidad media estratificada por unidad de área:

$$\bar{Y}(est.) = \frac{1}{A} \sum_{j=1}^E A_j * \bar{Y}_j \quad (4)$$

Donde: E= número de estratos

A = área total de la zona evaluada

$\bar{Y}(est.)$ = densidad o biomasa media estratificada

La densidad o biomasa total D de la especie en la zona evaluada se estimó con la ecuación:

$$D = \sum_{j=1}^E D_j = \sum_{j=1}^E A_j * \bar{Y}_j = A * \bar{Y}(est.) \quad (5)$$

La varianza de la densidad o biomasa media estratificada está dada por:

$$V(\bar{Y}_j(est.)) = \frac{1}{A^2} \sum_{j=1}^E A_j^2 * V(\bar{Y}_j) \quad (6)$$

Los límites de confianza de la densidad o biomasa media estratificada están dados por la ecuación:

$$\bar{Y}(est.) \pm t(\alpha, G.L.) * \sqrt{V(\bar{Y}(est.))} \quad (7)$$

Donde: t = valor de t de Student a cierto nivel de significancia (por lo general 95%), Grados de libertad, $G.L. = \{ (\sum n_i) - 1 \}$

α = probabilidad de error aceptable

Aspectos biométricos

Los ejemplares colectados, fueron medidos al milímetro con la ayuda de un malacómetro y se registraron las siguientes medidas: Longitud valvar (LV) que corresponde a la distancia máxima desde el borde posterior al anterior; Altura (AL) equivalente a la distancia máxima del borde dorsal al ventral; Ancho (AN) amplitud máxima entre las dos valvas.

Además, se registraron 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 procedió a la preservación de algunos ejemplares en alcohol al 97% 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, con las muestras 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.

A las preparaciones histológicas se les 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).

Relaciones morfométricas

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

$$PesoTotal_g = a * (Longitud_val\ var_m)^b$$

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

3. RESULTADOS

CARACTERIZACIÓN DE LOS 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 afecta 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 (Punta de Bombón) y Sombrero Chico (Mejía), se caracteriza por presentar playas expuestas y poco escarpadas, característica morfodinámica que la incluye en las playas de tipo intermedia - disipativa (WRIGHT Y SHORT 1984).

Zonación de la playa

En la Tabla 1, se presenta la caracterización de las playas en los perfiles, entre Punta Corio y Sombrero Chico (Mejía), utilizando la zonación propuesta por SALVAT 1964.

El análisis de la posición de la línea de costa, en toda la extensión de monitoreo, muestra que en el Sector Sur (Punta de Bombón), en los perfiles P1 (El Molle) y P4 (Bombón norte) se observó tendencia a incrementar el ancho de playa, en particular en el perfil P1 con una amplitud de 56 m (zona de secado y resurgencia); en los perfiles P2 (Cardones) y P3 (Bajada de Burro) ésta tiende a retroceder a una amplitud de 44 m. En el Sector norte (Dean Valdivia - Mejía), se observó que la posición de la línea de costa en el perfil P6 tiende a retroceder pero el perfil P5 se mantiene estable (Tabla 1).

Morfodinámica y perfil medio de playa

Individualmente, y en conjunto, los 6 perfiles obtenidos muestran que la extensión de monitoreo entre Punta Corio (Punta de Bombón) y Sombrero Chico (Mejía) se caracterizó por presentar una pendiente suave que varió entre $1,00^\circ$ y $1,72^\circ$. Los perfiles obtenidos a partir de cada transecto se representan esquemáticamente en la figura 4.

El análisis de morfodinámica y perfil medio de playa muestra que en el Sector sur (Punta de Bombón), el perfil P4 (Bombón norte) evidencia una pendiente de 1 grado, debido a la progradación ocurrida como resultado de la descarga del río Tambo. En el caso del perfil P1 (El Molle) no se evidenció la acreción de sedimentos debido a su proximidad a Punta Corio, la cual limita el aporte sedimentario de esta zona.

En el Sector norte (Dean Valdivia-Mejía) se observó aumento de las pendientes (1,72 grados) en el perfil P5 debido al poco aporte sedimentario, evidenciándose en el perfil P6 la formación de una pequeña barra a 35 m de distancia de la línea de costa, con mayor acumulación de arena en su parte baja, debido probablemente a un mayor transporte en suspensión frente al transporte de fondo.

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 ($>15^\circ$) y playas disipativas: de muy baja pendiente ($<5^\circ$) (BRAZEIRO 2001). Desde esta perspectiva, el banco de arena de la provincia de Islay entre Punta Corio y Sombrero Chico se puede considerar como playa disipativa; al menos a partir de los resultados obtenidos durante febrero 2015.

Tabla 1.- Zonación de los perfiles de playa (SALVAT, 1964), entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay, Arequipa. Evaluación de *M. donacium*. Febrero 2015

Localidad	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Dean Valdivia	Mejía
Perfil	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Zona	El Molle	Cardones	Bajada de burro	Bombón norte	La Ensenada norte	El Chalán norte
Secado (m)	0-29	0-27	0-8	0-17	0-14	0-9
Retención	29-56	27-44	8-44	17-50	14-43	9-20
Resurgencia	56-73	44-75	44-65	50-88	43-55	20-35
Saturación	>73	>75	>65	>88	>55	>35
Hora	3:23 pm	3:33 pm	3:35 pm	3:09 pm	3:45 pm	6:44 am
Fecha	22/2/2015	21/2/2015	21/2/2015	20/2/2015	23/2/2015	25/2/2015

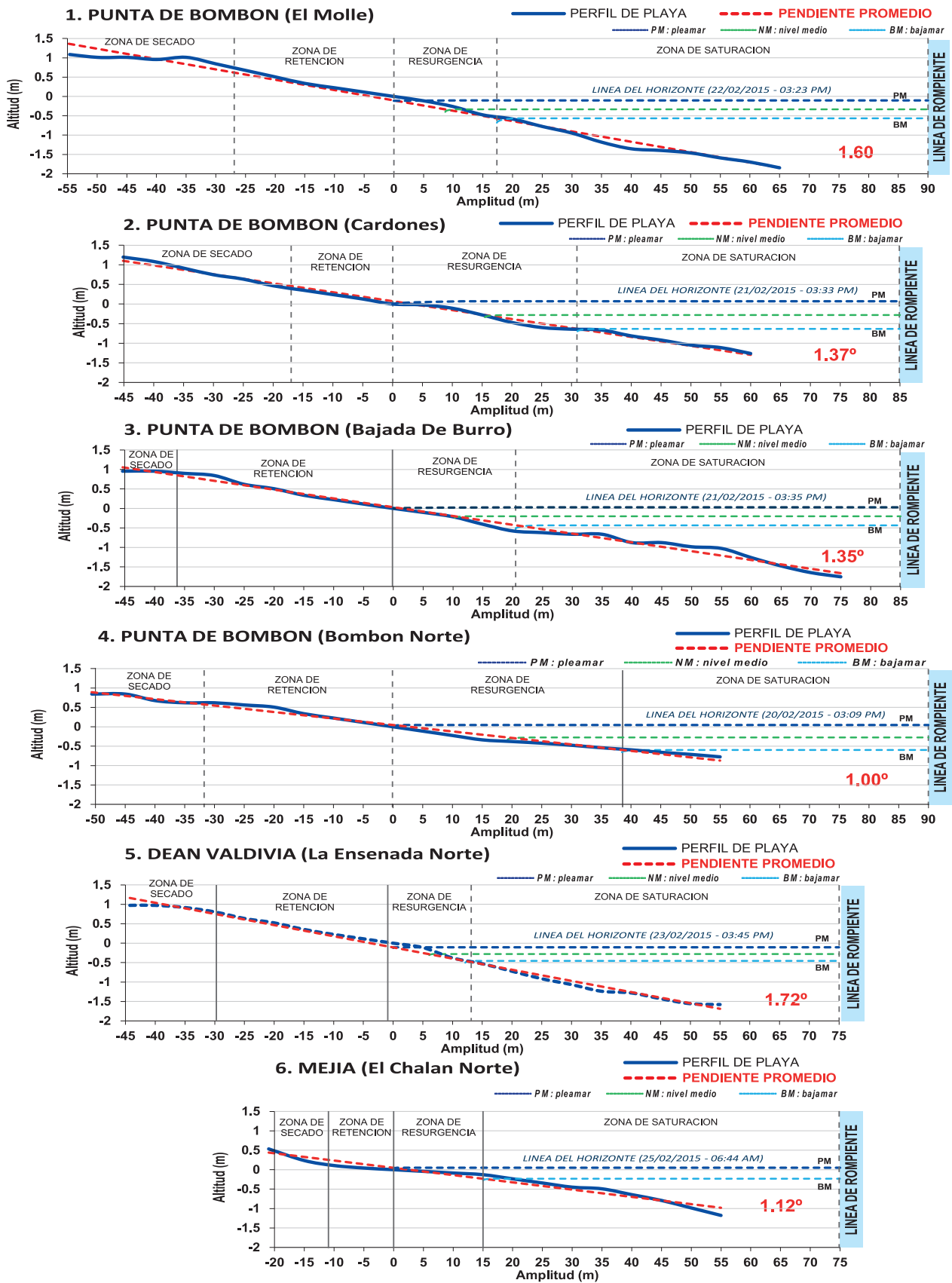


Figura 4.- Morfodinámica y perfil medio de playa entre Punta Corio (Pta. de Bombón) y Sombrero Chico (Mejía), provincia de Islay-Arequipa. Evaluación de *M. donacium*. Febrero 2015

En general los perfiles estudiados en el Sector sur (Punta de Bombón) se clasificaron como playas intermedias; presentando valores del parámetro Ω (MBC, *morphodynamic boundary condition*) entre 3,14 y 5,92, acercándose a los límites de playas disipativas, esto, como resultado del efecto del tamaño de partícula ante condiciones iguales de oleaje. En el Sector norte (Dean Valdivia-Mejía) los valores de Ω oscilaron entre 4,53 y 5,22 clasificándose como playas intermedias - disipativas. Si bien para toda la costa se emplearon las mismas condiciones de clima de oleaje, Ω muestra variación a lo largo de la costa (Tabla 2).

Temperatura Superficial del Mar (TSM)

La TSM en el área de estudio, presentó valores en el rango de 16,4 a 21,0 °C, promedio de 18,2 ± 0,02 °C, influenciada por la intensidad de los vientos y las condiciones del mar; durante la evaluación se observó el incremento de la descarga del río Tambo el que alcanza sus niveles máximos en verano (Fig. 5).

CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPONENTES BIÓTICOS

Análisis de plancton

La extensión total de playa entre Punta Corio y Sombrero Chico, presentó la comunidad planctónica constituida por 40 taxa (57,50% fitoplancton/42,50% zooplancton). De estas taxa identificadas, 13 especies se encontrarían formando parte de la dieta de *M. donacium* (FLORES 2007) como se puede observar por perfil de muestreo en la figura 6 y Tabla 3; la comunidad planctónica fue representada principalmente por especies fitoplanctónicas con 23 taxa: 15 diatomeas neríticas con densidad promedio de 65,22%, 7 dinoflagelados (30,43% densidad promedio) y 1 clorofita (con densidad promedio 4,35%). El zooplancton estuvo representado por 17 taxa, los copépodos tuvieron mayor representación (4 taxa, con 23,53% de densidad promedio), el resto de organismos con 13 taxa, representaron 76,47%, resaltando Annelida, Appendicularia, Tintinnida, Foraminífera, Nematoda y Mollusca (Bivalvia) (Figs. 6, 7).

Tabla 2.- Altura de ola (cm), período de ola (seg.), velocidad de caída (cm/seg.) de los perfiles de playa, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay, Arequipa. Evaluación de *M. donacium*. Febrero 2015

Localidad	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Punta de Bombón	Dean Valdivia	Mejía
Perfil	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Zona	El Molle	Cardones	Bajada de burro	Bombón norte	La Ensenada norte	El Chalán norte
Altura de ola Hb (cm)	180	200	200	240	180	180
Periodo de ola T (s)	12	13	13	14	13	15
Vel. De caída	3,4	4,9	3,4	2,9	2,7	3
Ws(cm/s)						
Parámetro Ω	4,43	3,14	4,54	5,92	5,22	4,53
Hora	3:23 pm	3:33 pm	3:35 pm	3:09 pm	3:45 pm	6:44 am
Fecha	22/2/2015	21/2/2015	21/2/2015	20/2/2015	23/2/2015	25/2/2015

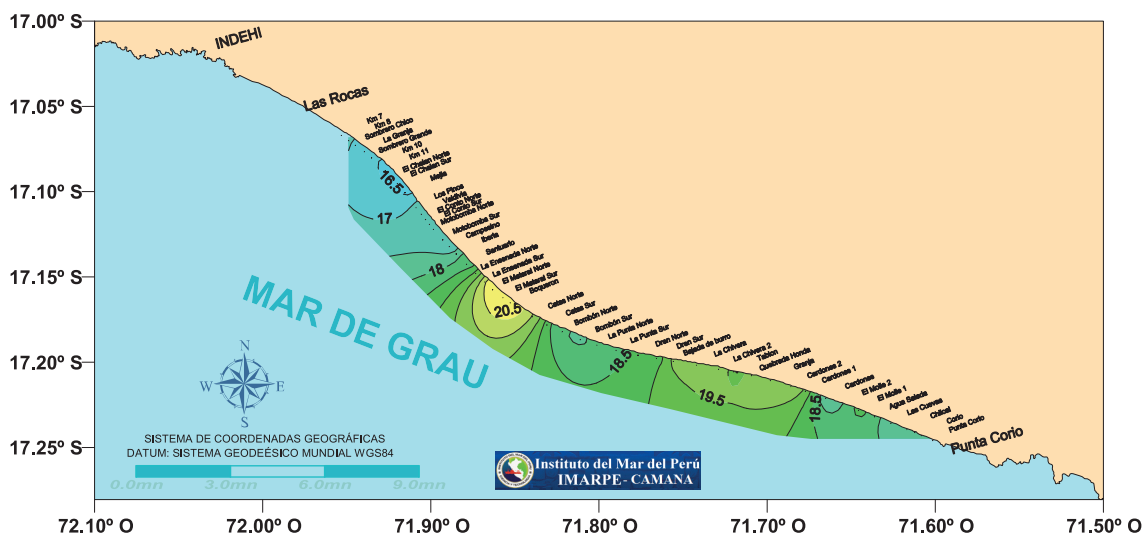


Figura 5.- Parámetros Oceanográficos: TSM (°C). Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay – Arequipa. Febrero 2015

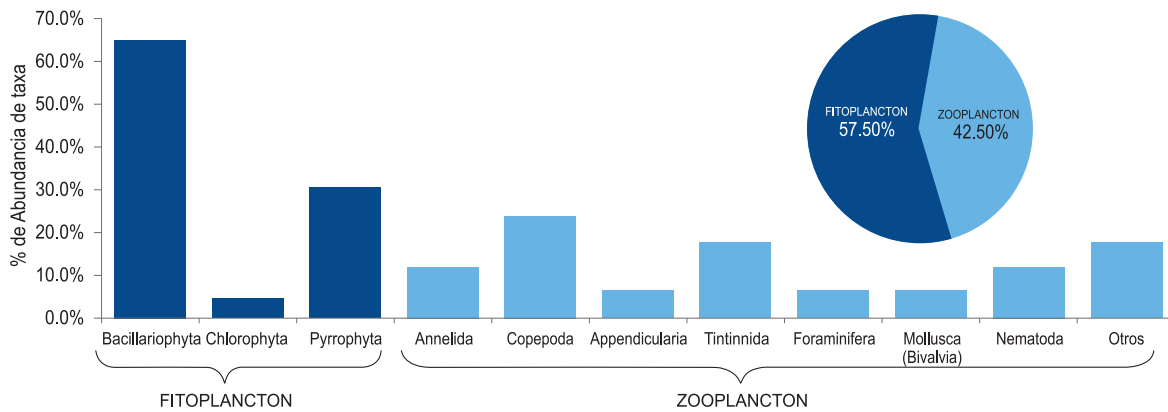


Figura 6.- Porcentaje de los grupos taxonómicos observados. Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, Provincia de Islay – Arequipa. Febrero 2015

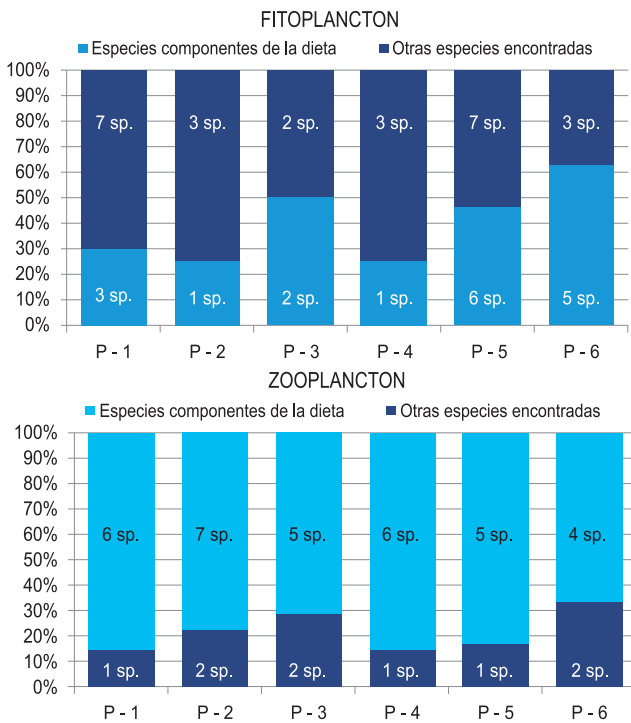


Figura 7.- Composición planctónica (fitoplancton/zooplancton) semicuantitativa por perfil de muestreo, representando el número de taxa que forma parte de la dieta de *Mesodesma donacium*. Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, Provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

Una de las especies de diatomeas abundante responsable de las concentraciones para la mayoría de los perfiles de muestreo fue *Cocconeis* sp.1, otras diatomeas fueron *Grammatophora marina* y *Coscinodiscus granii* (Tabla 3). Se registra siete especies de dinoflagelados, el más abundante *Dinotrux* sp.1 observando además la presencia de la especie propia de aguas cálidas *Dissodinium* sp.1; a la vez se reporta la presencia de *Akashiwo sanguinea*, especie propia de floraciones algales. Se tiene además la presencia de una especie no identificada de Clorofita, que podría estar relacionada con el incremento del ingreso de aguas continentales.

Con respecto al componente zooplanctónico, se reportó mayor abundancia del Orden Harpacticoida del grupo de los Copépodos. Se evidenció la presencia de larvas de bivalvos en tres de los perfiles. Dentro de las especies componentes de la dieta destaca por su grado de abundancia la diatomea *Cocconeis* sp.1.

Larvas de bivalvos

Durante la evaluación de la macha, se observó como parte de las especies planctónicas, larvas de bivalvos del tipo D y larvas umbonadas que presentan características muy similares a las de la especie *M. donacium*; estas larvas se observaron en las muestras de plancton de las estaciones P1, P2 ubicadas hacia el sur y P6 al norte del banco evaluado (Figs. 8, 9).

Macroinfauna acompañante

Los resultados del análisis de estructura de la comunidad de la macroinfauna, hacen especial referencia a las especies (9): *Emerita analoga*, *Mesodesma donacium*, *Blepharipoda spinimana*, *Bellia picta*, *Mulinia edulis*, *Polinices uber*, *Ocypode gaudichaudi*, *Euphasia* sp. y Glyceridae, que comparten el hábitat de la macha en la zona intermareal del banco de arena de la provincia de Islay (Tabla 4).

En la figura 10, se muestra el dendrograma generado. Este análisis de distancia generó el cluster, que muestra la separación de las localidades en base a las especies presentes, en dos grupos principales.

EVALUACIÓN DE LA ESPECIE PRINCIPAL

Durante la evaluación se ejecutaron 48 perfiles en donde se ubicaron de 4 a 8 estaciones de muestreo a diferentes estratos de profundidad dependiendo de la amplitud de la playa (Fig. 11), de los cuales 37 fueron positivos para macha. El muestreo se realizó con el apoyo de pescadores artesanales denominados "macheros" y se efectuó solo durante las horas de bajar.

Tabla 3.- Composición semicuantitativa por perfil de muestreo. Evaluación de *Mesodesma donacium* entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

TAXA	Estaciones de muestreo (por Tierra)					
	P - 1	P - 2	P - 3	P - 4	P - 5	P - 6
FITOPLANCTON						
BACILLARIOPHYTA						
<i>Aulacodiscus kittoni</i>	1	2	0	1	1	0
<i>Biddulphia alternans</i>	0	0	0	0	2	0
<i>Campylodiscus</i> sp1	0	0	0	0	1	0
<i>Cocconeis</i> sp1*	4	3	0	0	3	1
<i>Coscinodiscus centralis</i> *	1	0	1	0	2	0
<i>Coscinodiscus granii</i>	1	4	1	0	1	2
<i>Coscinodiscus perforatus</i> *	0	0	0	0	0	2
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Diploneis</i> sp1	0	0	1	0	0	1
<i>Grammatophora marina</i>	4	0	0	0	0	0
<i>Lithodesmium undulatum</i>	2	2	0	2	2	2
<i>Melosira</i> sp1*	0	0	0	0	2	0
<i>Navicula</i> sp1*	1	0	0	0	0	0
<i>Planktoniella sol</i> *	0	0	1	0	0	0
<i>Pleurosigma</i> sp1*	0	0	0	1	1	1
CHLOROPHYTA						
Chlorophyta Indet. sp3	3	0	0	0	0	0
PYRRROPHYTA						
<i>Akashiwo sanguinea</i>	1	0	0	0	1	0
<i>Ceratium bucerus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Ceratium tripos</i> *	0	0	0	0	0	1
<i>Dinohrix</i> sp1	3	0	0	0	0	0
<i>Dissodinium</i> sp1	0	0	0	0	1	0
<i>Prorocentrum gracile</i> *	0	0	0	0	1	0
<i>Protoperdinium pellucidum</i> *	0	0	0	0	1	0
ZOOPLANCTON						
ANNELIDA (Clase Polychaeta)						
Larva Metatrocofora tipo I	0	1	0	1	1	1
Larva Metatrocofora tipo II	0	1	0	0	0	0
ARTHROPODA (Orden Amphipoda)						
Amphipoda Indet. Sp1	0	1	0	0	0	0
ARTHROPODA (Subclase Copepoda)						
Estadio de Copepodito	0	0	0	0	1	0
Estadio de Nauplio	1	1	3	1	0	0
Orden Calanoida*	1	3	3	3	0	2
Orden Harpacticoida	4	0	4	2	1	1
CHORDATA (Clase Appendicularia)						
Appendicularia Indet. sp1	0	0	1	0	0	0
CILIOPHORA (Tintinnida)						
<i>Favella</i> sp1*	0	1	0	0	2	1
Tintinnida sp1*	0	0	3	0	0	0
<i>Tintinopsis</i> sp1	1	1	0	0	0	0
FORAMINIFERA						
Foraminifera Indet. sp1	1	1	0	1	1	1
MOLLUSCA (Bivalvia)						
Bivalvia larva Indet. sp1	3	2	0	0	0	1
MOLLUSCA (Gastropoda)						
Gastropoda Indet. sp2	0	0	0	1	0	0
NEMATODA						
Nematoda Indet. sp1	0	0	1	0	1	0
Nematoda Indet. sp3	0	0	1	0	0	0
RADIOZOA						
Radiozoa Indet. sp1	1	0	0	1	0	0
TOTAL	17	13	11	11	19	14

* 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.

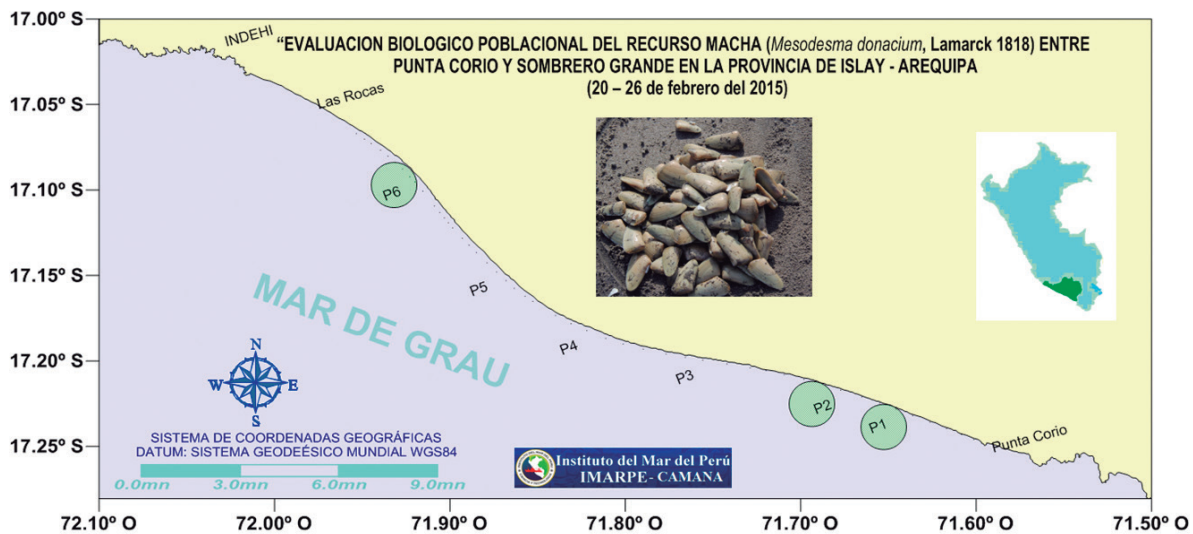


Figura 8.- Estaciones de muestreo de plancton. Evaluación de *M. donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia Islay- Arequipa. Febrero 2015

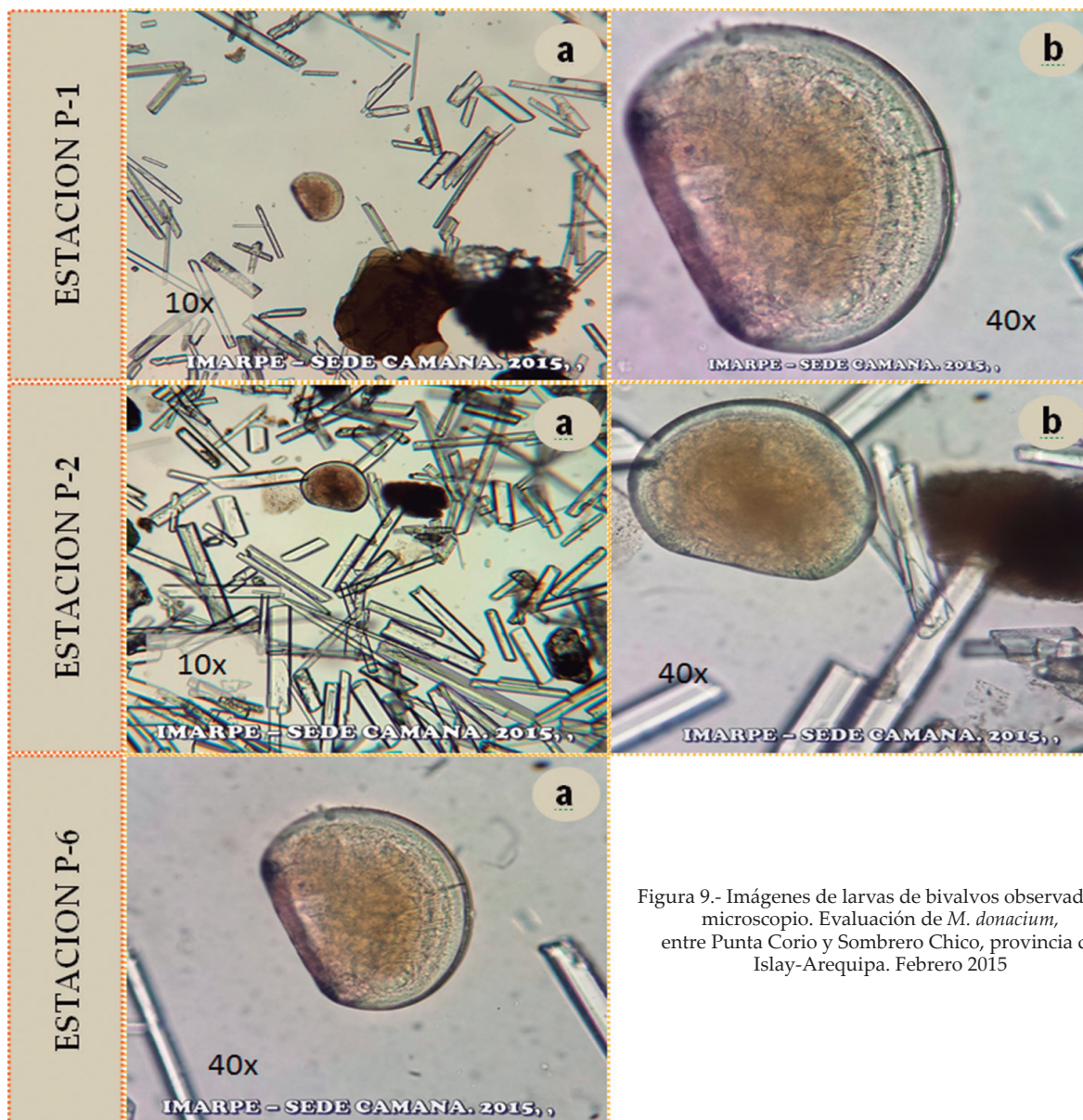


Figura 9.- Imágenes de larvas de bivalvos observadas al microscopio. Evaluación de *M. donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

Tabla 4.- Índices univariados de la estructura comunitaria de la macroinfauna asociada a la macha. S=Número de especies. d=Riqueza de especies. J=Uniformidad y H'=Diversidad. ISLAY es el cálculo de los diferentes índices utilizando el conjunto de la información como un todo. Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

Sample	Espece	Riqueza	Uniformidad	Diversidad
	S	d	J'	H'(log2)
1 - PUNTA CORIO	2	0,743	0,262	0,262
2 - CORIO	2	0,682	0,780	0,780
3 - CHILCAL	4	1,864	0,677	1,353
4 - LAS CUEVAS	3	1,153	0,936	1,483
5 - AGUA SALADA	5	1,836	0,781	1,814
6 - EL MOLLE 1	4	1,402	0,823	1,646
7 - EL MOLLE 2	5	1,737	0,785	1,822
8 - CARDONES	4	1,343	0,782	1,564
9 - CARDONES 1	4	1,428	0,834	1,667
10 - CARDONES 2	3	1,041	0,822	1,303
11 - GRANJA	4	1,793	0,881	1,763
12 - QUEBRADA HONDA	5	2,137	0,834	1,937
13 - TABLON	6	2,710	0,795	2,056
14 - LA CHIVERA 2	6	2,933	0,790	2,043
15 - LA CHIVERA	5	2,540	0,892	2,071
16 - BAJADA DE BURRO	4	3,274	0,853	1,707
17 - DREN SUR	7	2,978	0,749	2,102
18 - DREN NORTE	5	2,135	0,852	1,978
19 - LA PUNTA SUR	5	2,435	0,744	1,728
20 - LA PUNTA NORTE	5	2,031	0,775	1,800
21 - BOMBÓN SUR	4	1,864	0,777	1,554
22 - BOMBÓN NORTE	3	1,538	0,527	0,835
23 - CATAS SUR	5	2,435	0,744	1,728
24 - CATAS NORTE	4	1,995	0,664	1,327
25 - BOQUERON	4	2,164	0,875	1,750
26 - EL MATARAL SUR	4	2,731	0,959	1,918
27 - EL MATARAL NORTE	5	2,540	0,859	1,994
28 - LA ENSENADA SUR	5	2,885	0,804	1,866
29 - LA ENSENADA NORTE	4	1,793	0,850	1,701
30 - SANTUARIO	5	2,230	0,822	1,908
31 - IBERIA	3	1,443	0,946	1,500
32 - CAMPESINO	4	1,864	0,853	1,706
33 - MOTOBOMBA SUR	3	1,916	0,772	1,224
34 - MOTOBOMBA NORTE	4	2,307	0,793	1,585
35 - EL CONTO SUR	4	1,674	0,959	1,918
36 - EL CONTO NORTE	4	1,826	0,921	1,841
37 - VALDIVIA	4	1,506	0,985	1,970
38 - LOS PINOS	4	1,760	0,912	1,823
39 - MEJIA	4	1,828	0,904	1,807
40 - EL CHALAN SUR	4	1,793	0,829	1,658
41 - EL CHALAN NORTE	3	1,403	0,859	1,362
42 - KM 11	4	2,019	0,792	1,585
43 - KM 10	4	1,674	0,870	1,740
44 - SOMBRERO GRANDE	5	1,790	0,947	2,199
45 - LA GRANJA	5	2,198	0,913	2,121
46 - SOMBRERO CHICO	5	2,137	0,848	1,969
47 - KM 8	5	2,082	0,833	1,933
48 - KM 7	4	1,995	0,817	1,635
ISLAY	9	4,713	0,698	2,211

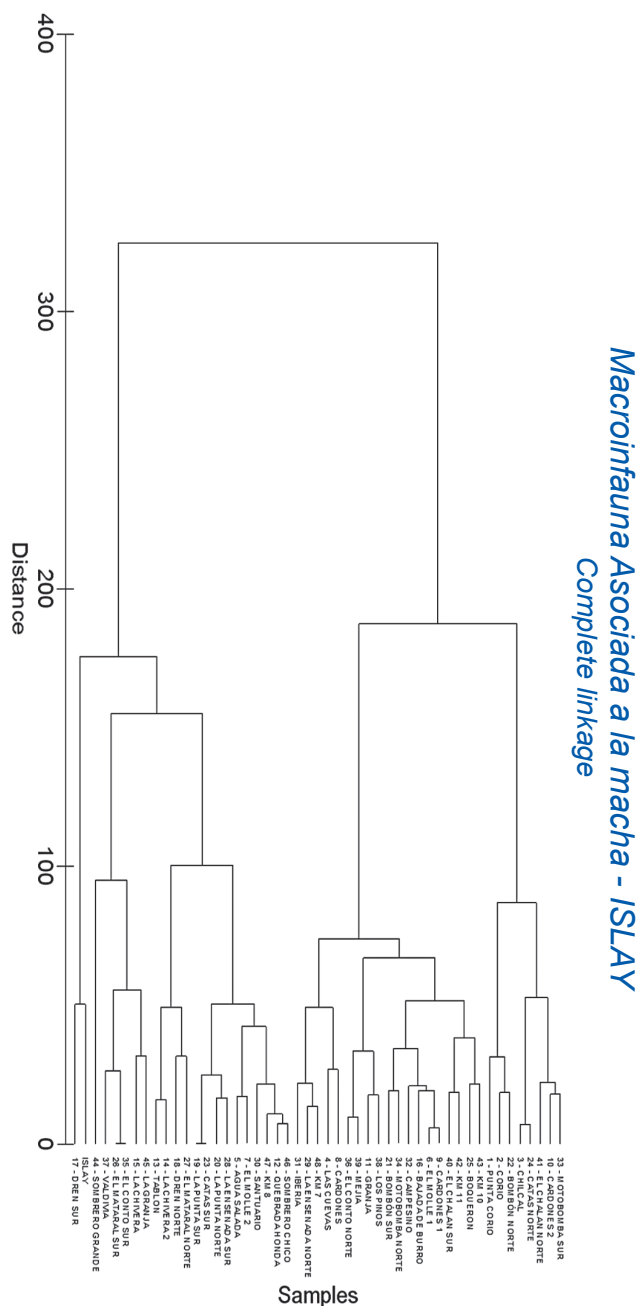


Figura 10.- Cluster de similaridad entre las muestras de macroinfauna asociada a *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

La ausencia (registros negativos) de una especie (en este caso la macha) en los transectos de muestreo según HIRZEL et al. (2002) 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 todas las especies de bivalvos que habitan la zona de rompientes, la macha prefiere “arenas móviles” evitando los sitios protegidos a la acción de oleaje donde el sedimento tiende a compactarse (TARIFEÑO 1980, 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 genero *Mesodesma* (DEFEO et al. 1986).

Para este recurso, que está sujeto a eventos episódicos importantes, la modificación de los ambientes donde se desarrolla constituye un peligro mayor que la sobreexplotación. Este deterioro es provocado muchas veces por el incremento de turistas, el tránsito vehicular costero, la extracción de arena, la eliminación y forestación de las dunas y el avance de las construcciones sobre la playa. Por lo tanto, es necesario elaborar un plan de manejo integrado del sistema costero (comunidades biológicas, balance psamográfico, planificación urbana, entre otros), para permitir la recuperación y conservación de este recurso a largo plazo.

Distribución y concentración

En relación a la distribución y concentración de la macha, se registró entre Punta Corio y Sombrero Chico, evidenciándose su ausencia en la parte central entre el Boquerón y La Ensenada. Las mayores concentraciones de macha se observaron entre las zonas denominadas Las Cuevas y El Tablón (área de repoblamiento de Islay – Proyecto macha). En cuanto a la densidad por m² en los transectos/estaciones positivas varió entre 1 y 81 ejem/m² y la densidad relativa entre 0 y 20,39 ejem/m² (Fig. 12).

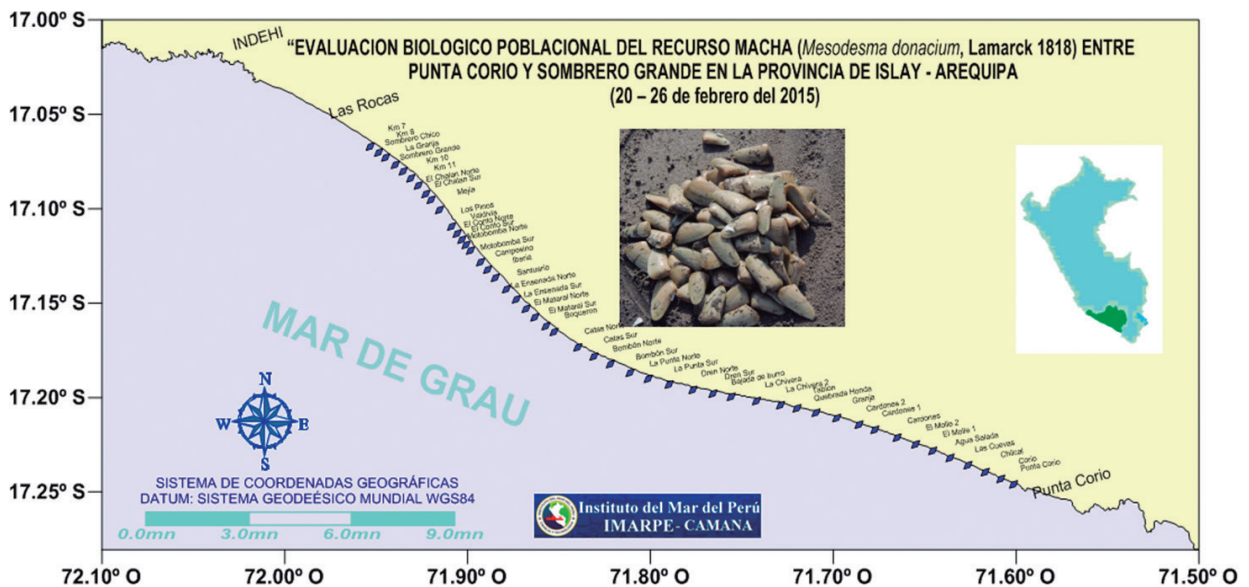


Figura 11.- Transectos de muestreo. Evaluación de *Mesodesma donacium* entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay–Arequipa. Febrero 2015

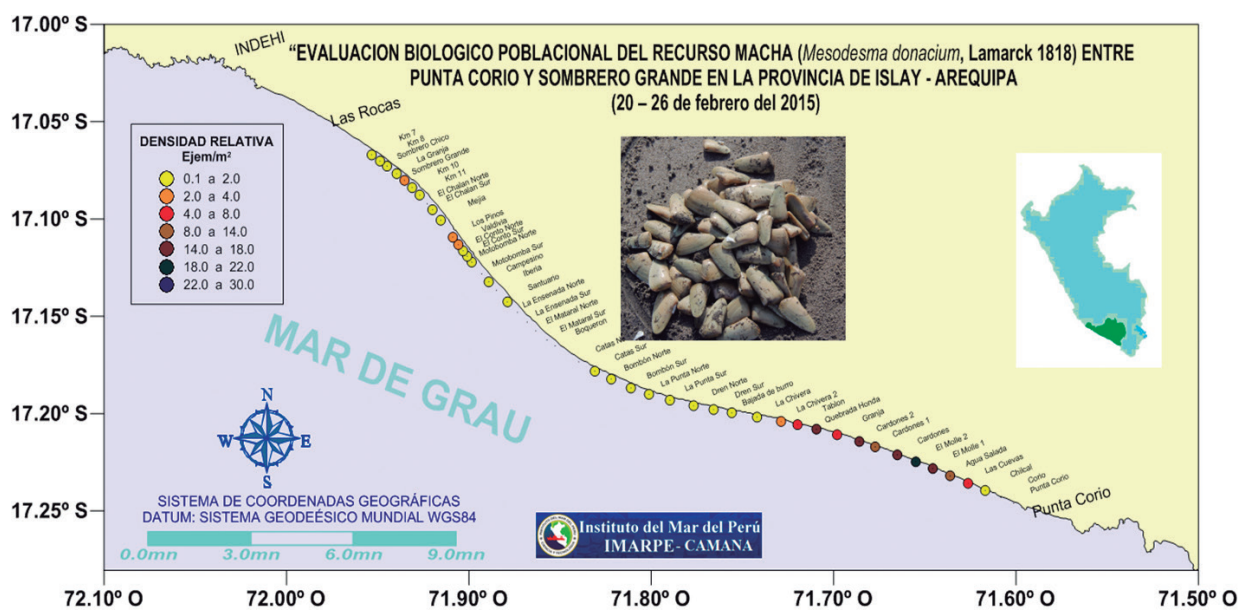


Figura 12.- Densidad relativa (ejem/m²). Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

Tabla 5.- Abundancia y Biomasa de macha. Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

Sector	Punta de Bombón		Dean Valdivia	Mejía	Total
	Pta. Corio Tablón 1	La Chivera Catas 2	Boquerón-Motobomba 3	El Conto-Sombrero Chico 4	
Área (m ²)	694.928	448.726	38.200	231.660	1'413.514
Área (ha)	69,49	44,87	3,82	23,17	141,35
Abundancia media del estrato (ejem/m ²)	10,08	0,88	0,38	1,33	3,17
Biomasa media del estrato (g/m ²)	180,36	25,31	12,13	44,998	65,69
Abundancia (N°)	7'003.791	396.964	14.644	306.989	7'722.393
Biomasa (t)	125,34	11,36	0,46	10,42	147,58
Límite de confianza Abundancia ±	16,78%	25,85%	31,93%	22,83%	
Límite de confianza Biomasa ±	16,95%	24,15%	36,46%	25,33%	

Tabla 6.- Sector 1. Abundancia y Biomasa. Evaluación de *Mesodesma donacium* entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

SECTOR 1	ROMPIENTE DE OLA —————> RIVERA DE PLAYA									
	ESTRATO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	TOTAL
Area (m ²)	142400	113920	113920	113920	99008	74752	27008	10000		694928
Area (ha)	14,24	11,39	11,39	11,39	9,90	7,48	2,70	1,00		69,49
Abundancia media del estrato (ejem/m ²)	9,13	11,59	12,44	12,49	10,18	6,04	2,89	0,67		10,08
Biomasa media del estrato (g/m ²)	151,34	189,37	230,02	234,53	189,93	115,84	61,15	17,47		180,36
ABUNDANCIA (N°)	1299856	1320304	1416697	1422539	1008081	451627	78023	6667		7003795
BIOMASA (t)	21,55	21,57	26,20	26,72	18,80	8,66	1,65	0,17		125,34
Límite de Confianza Abundancia	+/-	16,78	%							
Límite de Confianza Biomasa	+/-	16,95	%							

Tabla 7.- Sector 2. Abundancia y Biomasa. Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

SECTOR 2	ROMPIENTE DE OLA —————> RIVERA DE PLAYA								
	ESTRATO	I	II	III	IV	V	VI	VII	TOTAL
Area (m ²)	133900	107120	107120	52346	19320	19320	9600		448726
Area (ha)	13,39	10,71	10,71	5,23	1,93	1,93	0,96		44,87
Abundancia media del estrato (ejem/m ²)	0,61	0,79	0,36	0,79	4,17	2,67	2,00		0,88
Biomasa media del estrato (kg/m ²)	18,67	28,87	10,16	22,37	95,53	62,27	47,61		25,31
ABUNDANCIA (N°)	81152	84398	38953	41242	80500	51520	19200		396964
BIOMASA (t)	2,50	3,09	1,09	1,17	1,85	1,20	0,46		11,36
Límite de Confianza Abundancia	+/-	25,85	%						
Límite de Confianza Biomasa	+/-	24,15	%						

Abundancia y Biomasa de macha

La macha se registró en 1'413.514 m², se estimó la abundancia en 7'722.393 ejemplares y biomasa total de 147,58 t (Tabla 5). El área evaluada se dividió en 4 Sectores de acuerdo a un criterio geográfico y teniendo en cuenta las futuras posibilidades de explotación escalonada (Fig. 13).

Sector 1 (Punta Corio – Tablón)

La macha se registró en 694.928 m², la abundancia poblacional fue 7'003.795 ejemplares (±16,78%, con

nivel de confianza 95%), la densidad relativa se calculó en 10,08 ejem/m² (Tabla 6, Fig. 14).

La abundancia, densidad media, biomasa total y biomasa media por estrato en el Sector 1 se detalla en la Tabla 6.

Sector 2 (La Chivera - Catas)

La macha se registró en 448.726 m², la abundancia poblacional estimada fue 396.964 ejemplares (±25,85%, nivel de confianza 95%), la densidad relativa se calculó en 0,88 ejem/m² (Tabla 7, Fig. 15).

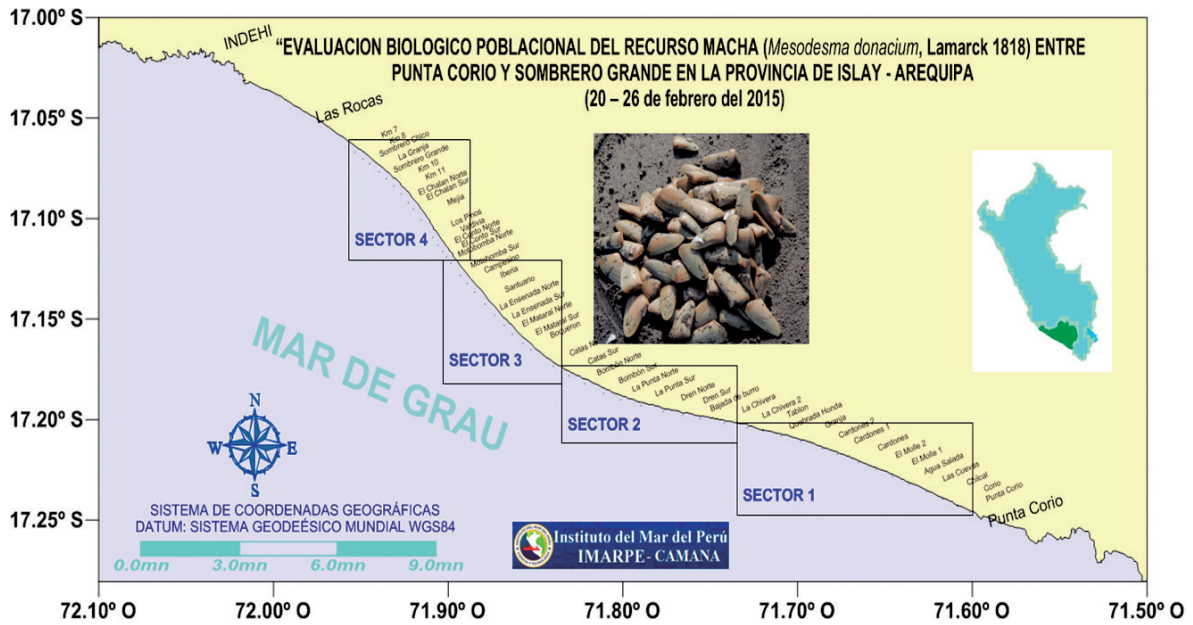


Figura 13.- Sectores evaluados. Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay – Arequipa, Febrero 2015

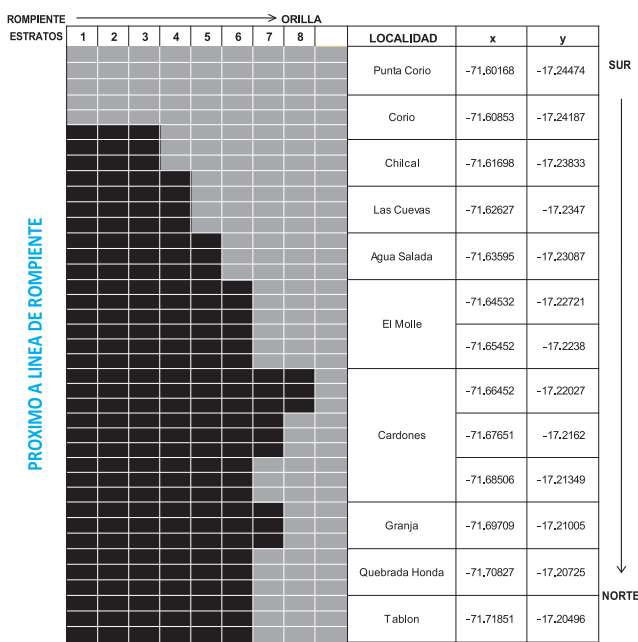


Figura 14.- Sector 1. Representación del área de distribución de la macha (cuadrantes en negro). Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

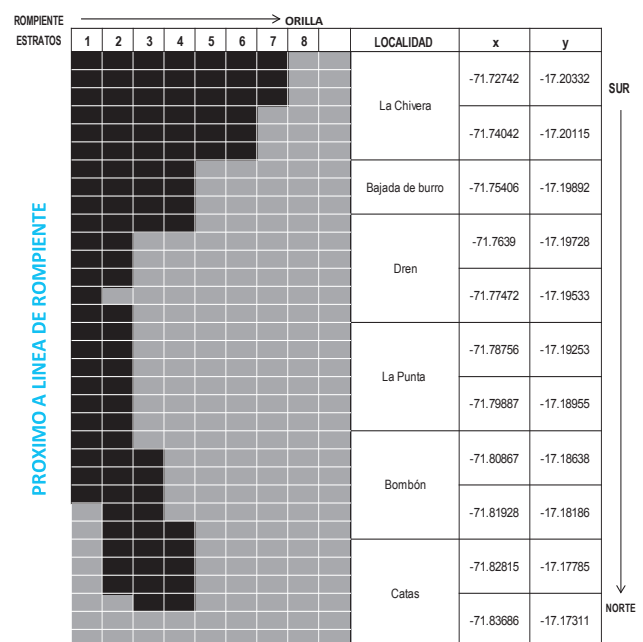


Figura 15.- Sector 2. Representación del área de distribución de macha (cuadrantes en negro). Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

La abundancia, densidad media, biomasa total y biomasa media por estrato en el Sector 2 se detalla en la Tabla 7.

Sector 3 (Boquerón – Motobomba)

La macha se registró en 38.200 m², la abundancia poblacional estimada fue 14.644 ejemplares (±31,93%,

nivel de confianza 95%), la densidad relativa se calculó en 0,38 ejem/m² (Tabla 8, Fig. 16). En este sector en el año 2013 (Área de distribución = 158.141 m², 449.471 ejemplares, 9,15 t y densidad relativa de 2,84 ejem/m²) se encontró una población de ejemplares adultos (stock parental) la que habría sido sometida a extracción ilegal determinando la disminución en su abundancia y distribución en este sector.

La abundancia, densidad media, biomasa total y biomasa media por estrato en el Sector 3 se detalla en la Tabla 8.

La abundancia, densidad media, biomasa total y biomasa media por estrato en el Sector 4 se detalla en la Tabla 9.

Sector 4 (El Conto –Sombrero Chico)

La macha se registró en 231.660 m², la abundancia poblacional estimada fue 306.989 ejemplares (± 22,83% con nivel de confianza 95%), la densidad relativa se calculó en 1,33 ejem/m² (Tabla 9, Fig. 17).

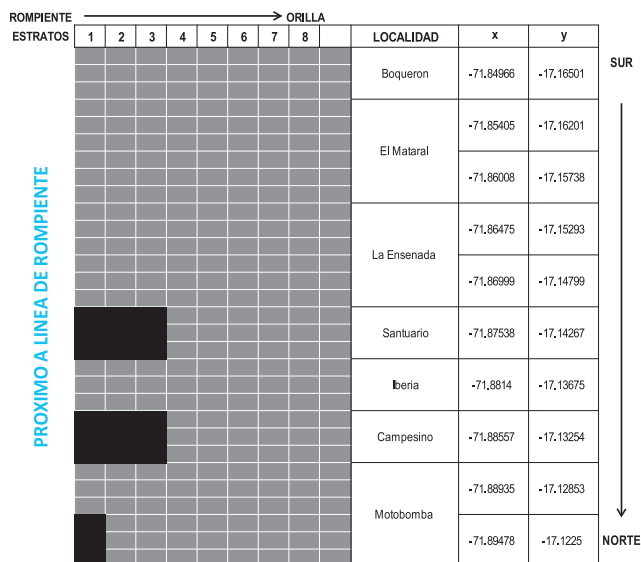


Figura 16.- Sector 3. Representación gráfica del área de distribución (cuadrantes en negro). Evaluación de *Mesodesma donacium* entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

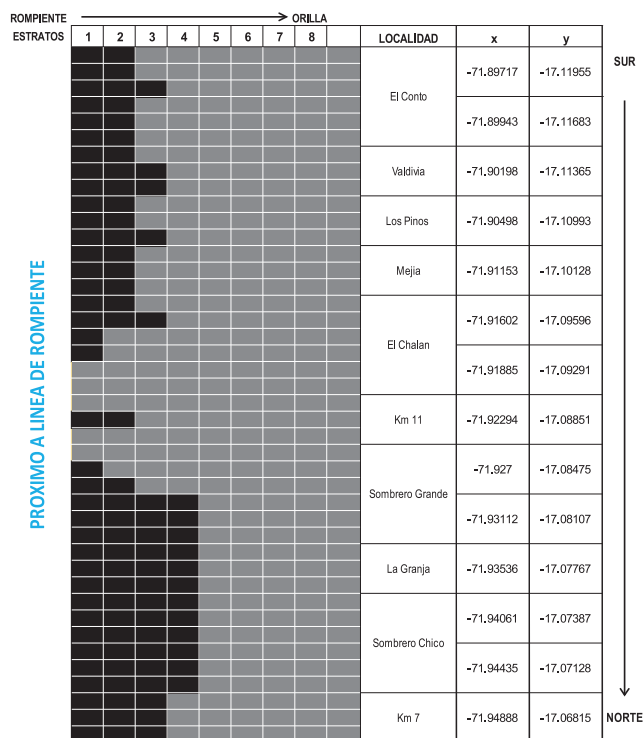


Figura 17.- Sector 4. Representación del área de distribución (cuadrantes en negro). Evaluación de *Mesodesma donacium* entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

Tabla 8.- Sector 3. Abundancia y Biomasa. Evaluación de *Mesodesma donacium* entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

SECTOR 3				
ROMPIENTE DE OLA → RIVIERA DE PLAYA				
ESTRATO	I	II	III	TOTAL
Area (m ²)	17200	10500	10500	38200
Area (ha)	1.72	1.05	1.05	3.82
Abundancia media del estrato (ejem/m ²)	0.44	0.33	0.33	0.38
Biomasa media del estrato (g/m ²)	13.76	13.81	7.81	12.13
ABUNDANCIA (N°)	7644	3500	3500	14644
BIOMASA (t)	0.24	0.14	0.08	0.46
Limite de Confianza Abundancia	+/-	31.93	%	
Limite de Confianza Biomasa	+/-	36.46	%	

Tabla 9.- Sector 4. Abundancia y Biomasa. Evaluación de *Mesodesma donacium* entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

SECTOR 4					
ROMPIENTE DE OLA → RIVIERA DE PLAYA					
ESTRATO	I	II	III	IV	TOTAL
Area (m ²)	84530	67624	59171	20335	231660
Area (ha)	8.45	6.76	5.92	2.03	23.17
Abundancia media del estrato (ejem/m ²)	1.36	2.12	0.79	0.12	1.33
Biomasa media del estrato (g/m ²)	47.06	72.59	25.15	2.16	44.98
ABUNDANCIA (N°)	114719	143298	46492	2480	306989
BIOMASA (t)	3.98	4.91	1.49	0.04	10.42
Limite de Confianza Abundancia	+/-	22.83	%		
Limite de Confianza Biomasa	+/-	25.33	%		

Estructura de tallas

Se colectaron y analizaron biométricamente 2.612 ejemplares de macha (Fig. 18), la distribución de frecuencias de talla varió entre 26 y 90 mm de máxima longitud valvar (LV), con moda principal en 62 mm y una secundaria en 76 mm, longitud promedio 59,17 mm. El 89,43% de ejemplares estuvo por debajo de la Talla Mínima de Captura (TMC= 70 mm).

Sector 1 (Punta Corio – Tablón)

Se analizó biométricamente 2.289 ejemplares, la distribución de frecuencias de talla varió entre 27 y 83 mm de LV, la moda principal estuvo en 62 mm.

Se observó 94,10% de ejemplares por debajo de la talla mínima de captura (TMC = 70 mm) (Fig. 19).

Sector 2 (La Chivera - Catas)

Se analizó biométricamente 131 ejemplares, la distribución de frecuencias de talla varió entre 43 y 90 mm LV, presentó modas en 47, 65 y 86 mm LV.

Se observó 72,52% de ejemplares por debajo de la TMC (Fig. 20).

Sector 3 (Boquerón – Motobomba)

En este sector solo se pudo capturar 8 ejemplares de macha, las tallas oscilaron entre 67 y 81 mm LV.

Sector 4 (El Conto –Sombrero Chico)

Se analizó biométricamente 184 ejemplares, la distribución de frecuencias de talla varió entre 26 y 83 mm LV, presentó moda principal en 79 mm y modas secundarias en 35 y 58 mm.

Se observó 46,20% de ejemplares por debajo de la TMC (Fig. 21).

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. 22). 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 26 y 90 mm de LV, el peso total (PT) entre 1,68 y 78,81 g. La regresión longitud-peso para sexos combinados (Fig. 22) presentó alto coeficiente de correlación:

- $PT = 0,00009 * LV^{3,01068}$
 (r = 0,99; n = 2612)

Aspectos reproductivos

Se procesaron histológicamente 73 muestras, identificándose 33 machos, 30 hembras y 10 indiferenciados.

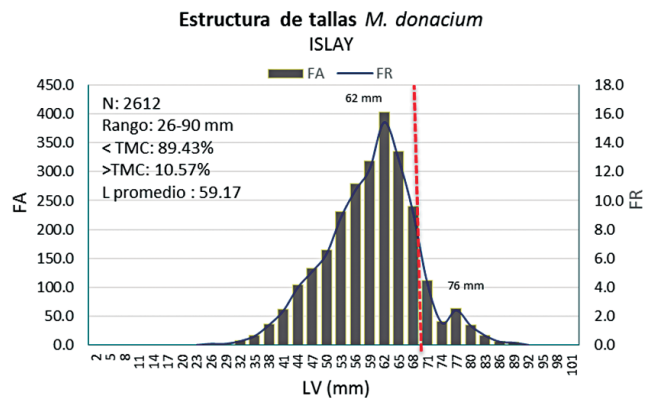


Figura 18.- Distribución de frecuencia de talla. Evaluación de *M. donacium*, área de repoblamiento de la provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

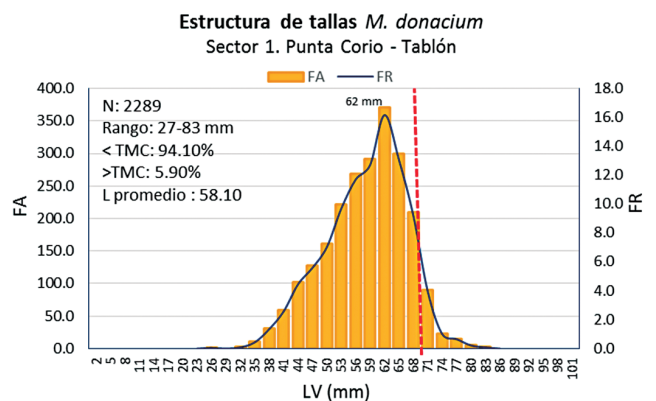


Figura 19.- Sector 1. Distribución de frecuencia de talla. Evaluación de *M. donacium*, área de repoblamiento de la provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

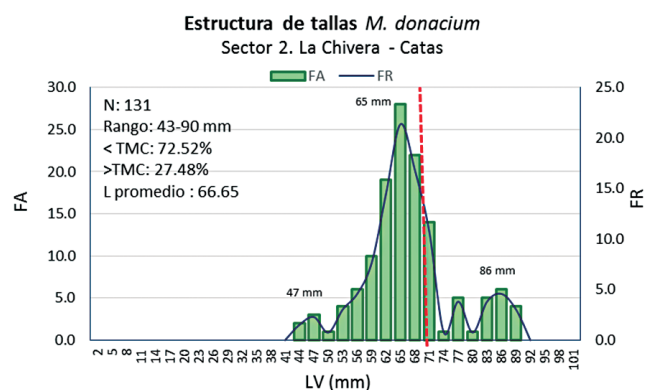


Figura 20.- Sector 2. Distribución de frecuencia de talla. Evaluación de *M. donacium*, área de repoblamiento de la provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

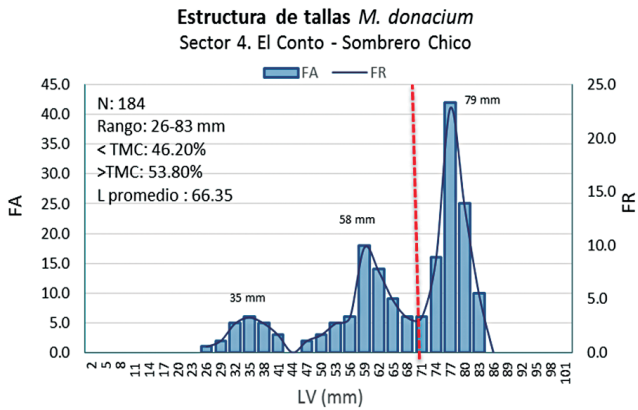


Figura 21.- Sector 4. Distribución de frecuencia de talla. Evaluación de *Mesodesma donacium*, área de repoblamiento de la provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

Tabla 10.- Frecuencia absoluta (F) y relativa (f). Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

ESTADIO	HEMBRAS		MACHOS		TOTAL	
	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)
I	1	3,03	0	0	1	1,59
II	10	30,30	17	56,67	27	42,86
III	8	24,24	10	33,33	18	28,57
IV	3	9,09	0	0	3	4,76
V	11	33,33	3	10,00	14	22,22
Total	33	100	30	100	63	100

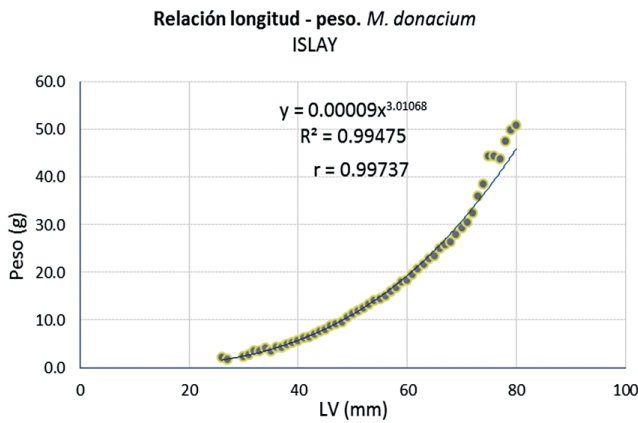


Figura 22.- Relación gravimétrica. Evaluación de *M. donacium*, área de repoblamiento de la provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

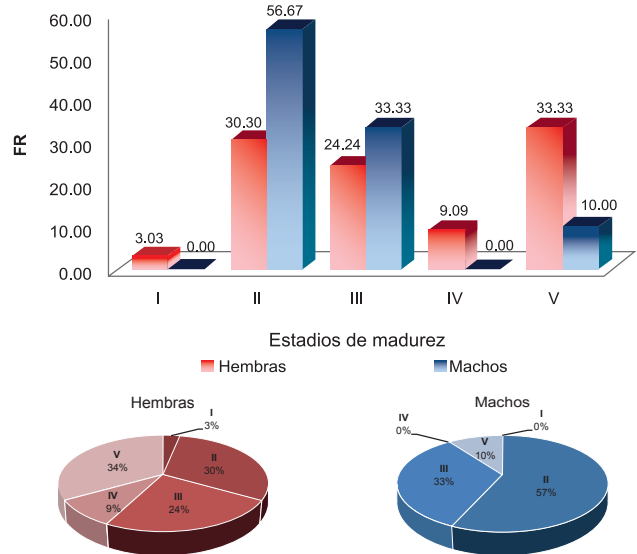


Figura 23.- Madurez gonadal, por sexo. Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

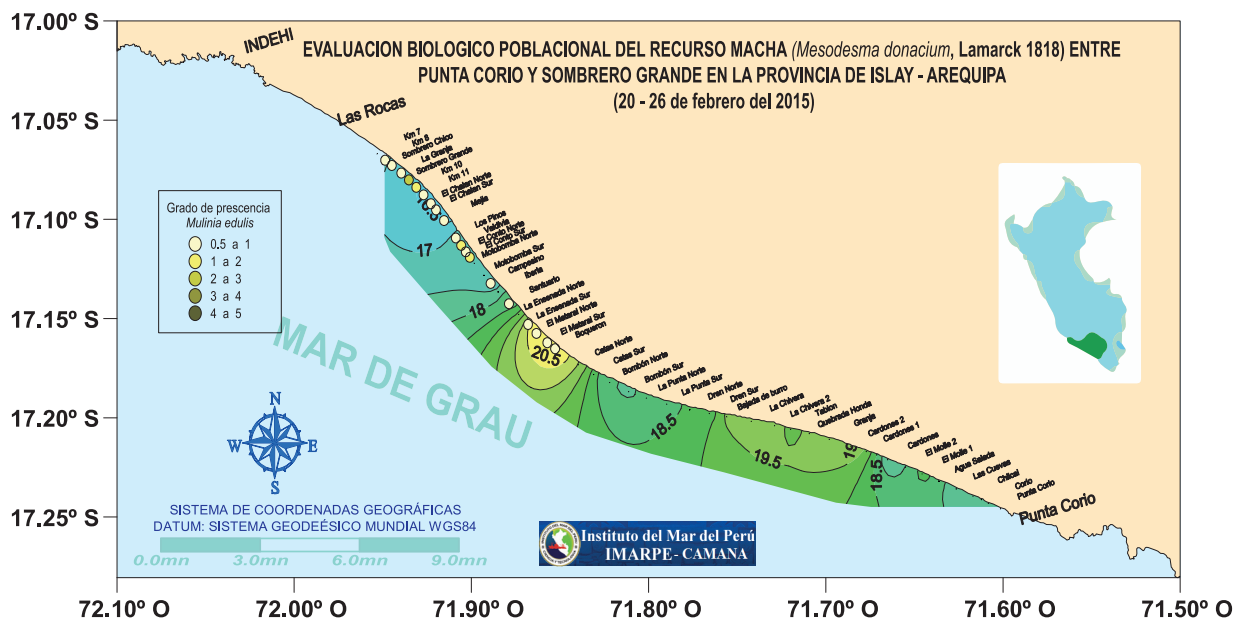


Figura 24.- Distribución de *Mulinia edulis*. Evaluación de *Mesodesma donacium*, entre Punta Corio y Sombrero Chico, provincia de Islay-Arequipa. Febrero 2015

El 3,03% de hembras se encontró en estadio I (repos), 30,30% en estadio II (maduración), 24,24% en estadio III (maduro), 9,09% en estadio IV (desovante) y 33,33% en estadio V (recuperación). En el caso de machos, el 56,67% se encontró en estadio II, 33,33% en estadio III (maduro) y 10% en estadio V (post expulsante) (Tabla 10, Fig. 23).

La condición reproductiva observada indica el inicio de la maduración en hembras y machos. Los meses de verano (enero, febrero y marzo), suelen presentar variaciones interanuales en las que predominan los estadios II, III y IV en mayor o menor medida. Durante la evaluación, existió predominancia de los estadios II y III, lo que indicaría que se estaba pasando de un periodo de inicio de madurez a uno de maduración. La presencia de ejemplares en estadio V (recuperación/post expulsión), 33,33% en hembras y 10% en machos, podría ser consecuencia de algún factor externo o ambiental que habría afectado su condición reproductiva en este periodo.

Otro recurso

Mulinia edulis.- Esta especie estuvo presente desde la parte central hacia el extremo norte del banco (Figs. 24, 25); se observó una zona con mayor presencia en la playa Sombrero Grande en la que se presentó un proceso de varazón, la TSM en esta zona osciló entre 16 y 17 °C (La distribución de esta especie se relaciona comúnmente con TSM más cálidas).

4. CONCLUSIONES

En el banco de sustrato arenoso de la provincia de Islay entre Punta Corio y Sombrero Chico el área efectiva de distribución de la macha fue 1'413.514 m²,

estimándose la abundancia poblacional en 7'722.393 ejemplares y biomasa total en 147,58 t.

Las mayores concentraciones de macha se observaron entre Las Cuevas y El Tablón, ubicadas al extremo sur del área evaluada, donde existe el Área de Replamamiento del recurso macha.

En los transectos/estaciones positivos la densidad varió entre 1 y 81 ejem/m² y la densidad relativa por estaciones entre 0 y 20,39 ejem/m².

La estructura de tallas varió entre 26 y 90 mm de LV, con longitud promedio en 59,17 mm; el 89,43% de los ejemplares analizados estuvieron por debajo de la TCM = 70 mm.

La TSM en el área fluctuó entre 16,4 a 21,0 °C, promedio 18,2 ± 0,02 °C.

En el Sector 1 entre Punta Corio y El Tablón (Área de replamamiento de Islay) la macha se detectó en 694.928 m², se estimó la abundancia poblacional de 7'003.795 ejemplares, densidad relativa 10,08 ejem/m² y biomasa total 125,34 t; la distribución de frecuencias de talla varió entre 27 y 83 mm LV, moda principal 62 mm, el 94,10% representó a ejemplares menores a la TMC.

En el Sector 2 entre La Chivera y Catas, la macha se detectó en 448.726 m², se estimó la abundancia poblacional en 396.964 ejemplares, densidad relativa 0,88 ejem/m² y biomasa total 11,36 t; la distribución de frecuencias de talla varió entre 43 y 90 mm LV, moda principal 65 mm y secundarias 47 y 86 mm; el 72,52% representó a ejemplares menores a la TMC.

En el Sector 3 entre Boquerón y Motobomba, la macha se detectó en 38.200 m², se estimó la abundancia



Figura 25.- *Mulinia edulis*, área de varazón (izquierda), recurso vivo (derecha)

poblacional en 14.644 ejemplares, densidad relativa 0,38 ejem/m² y biomasa total 0,46 t; la distribución de frecuencias de talla varió entre 67 y 81 mm LV.

En el Sector 4 entre El Conto y Sombrero Chico, la macha se detectó en 231.660 m², se estimó la abundancia poblacional en 306.989 ejemplares, densidad relativa 1,33 ejem/m² y biomasa total de 10,42 t; la distribución de frecuencias de talla varió entre 26 y 83 mm LV, moda principal 79 mm y modas secundarias 35 y 58 mm, el 46,20% representó a ejemplares menores a la TMC.

Durante la evaluación existió predominancia de los estadios II y III, lo que indicaría que se estuvo pasando de un periodo de inicio de madurez a un periodo de maduración. La presencia de ejemplares en estadio V (recuperación/post expulsión) podría ser consecuencia de algún factor externo o ambiental que habría alterado su condición reproductiva.

La zona estudiada entre Punta Corio (Punta de Bombón) y Sombrero Chico (Mejía) se caracterizó por presentar playas expuestas y poco escarpadas con pendientes entre 1,00° y 1,72°, y valores del parámetro Ω entre 3,14 y 5,92, característica morfodinámica que la incluye en las playas de tipo intermedia – disipativa.

La macroinfauna del área de estudio estuvo conformada por *Emerita analoga*, *Mesodesma donacium*, *Blepharipoda spinimana*, *Bellia picta*, *Mulinia edulis*, *Polinices uber*, *Ocypode gaudichaudi*, *Euphasia* sp. y *Glyceridae*.

De acuerdo a las densidades y frecuencias de talla de los ejemplares de macha se concluye que en el Sector 1 y 4 la población se encuentra en equilibrio y en el Sector 2 y 3, en estado de declinación.

5. REFERENCIAS

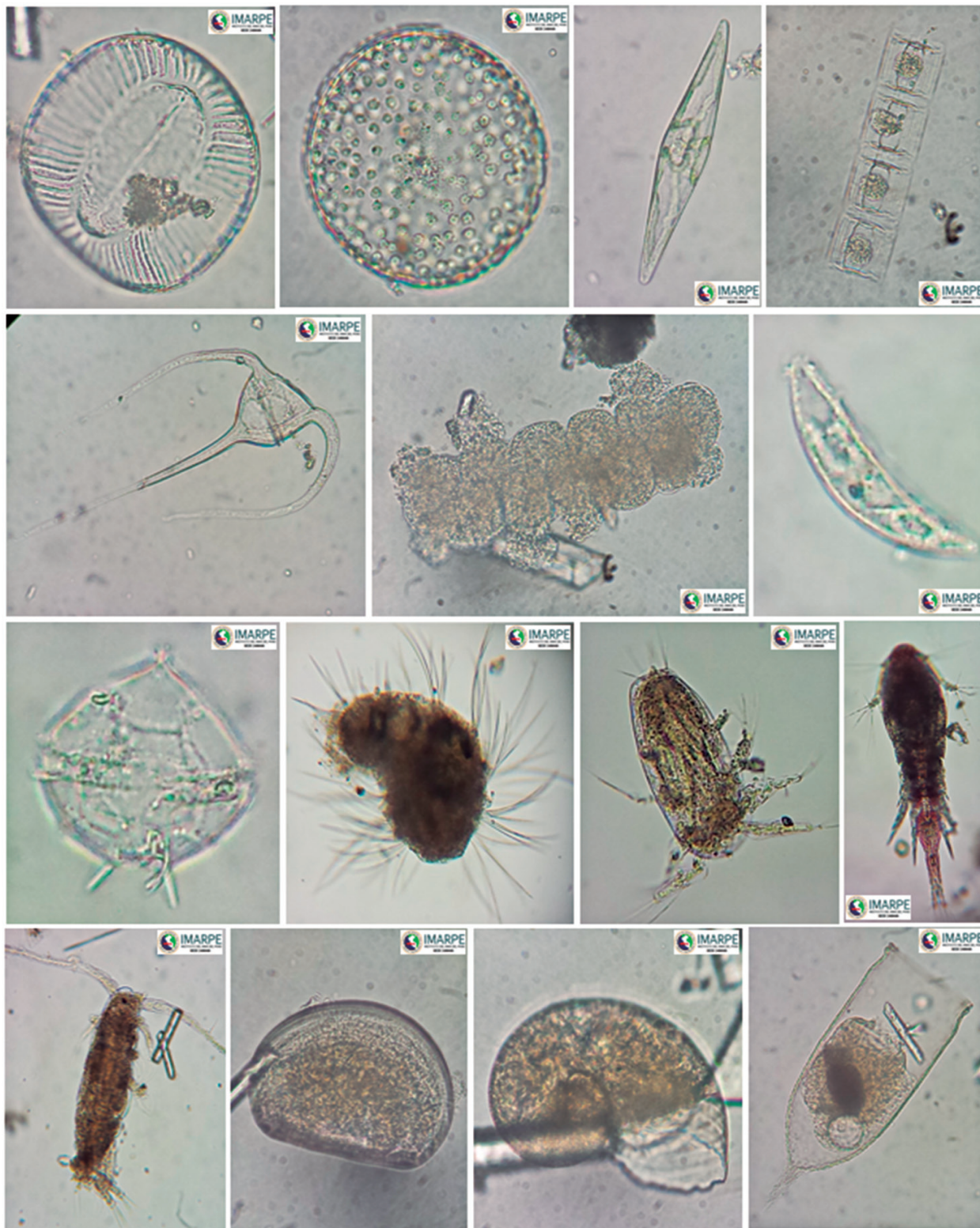
- ÁLAMO V, VALDIVIESO V. 1987. Lista Sistemática de moluscos Marinos del Perú. Boletín – Volumen extraordinario. Instituto del Mar del Perú. ISSN 0378-7699.
- ALARCÓN E. 1979. El Recurso de machas (*Mesodesma donacium*) de la IV Región. Depto. Oceanografía Biológica. Informe CIS. U. del Norte, Sede Coquimbo. 53pp.
- ARNTZ W E, BREY T, TARAZONA J, ROBLES A. 1987. Changes in the structure of a shallow sandy beach community in Perú during an El Niño event. African Journal Marine Science 5: 645-658. Biology. University of California. Los Angeles. 31 p.
- BALECH E. 1988. Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanograf. 1: 310 p.
- BARRIGA E, QUIROZ M. 1998. Efecto del fenómeno El Niño 1997-98, sobre las poblaciones del recurso macha (*Mesodesma donacium*) en los bancos naturales del litoral de Moquegua y Tacna. Resúmenes del IV Congreso Latinoamericano de Ecología. E-4.
- 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.
- 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.
- 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., v. 224, p. 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 KR, GORLEY RN. 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. Oceanograp. 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.
- 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 p.
- FINNEY D J. 1946. Field sampling for the estimation of wireworm populations. Biometrics 2(1): 1-7.
- FLORES H F M. 2007. Evaluacion de la dieta de la macha *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818) en el litoral sur del Peru 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: Mastracea) 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. En: Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates (ed. C.R. Tomas), pp. 5-385. Academic Press, San Diego.
- HEIMDAL B R. 1993. Modern coccolithophorids, p. 147-247. Zn 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.
- HIRZEL A H, HAUSSEYER 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 p.
- 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, Österreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlags. New York 1971. 1971: 920 pp. 8.
- IMARPE 2005. Evaluación del recurso macha (*Mesodesma donacium*) en el litoral de la provincia de Islay – Región Arequipa. Diciembre 2004. Informe Interno. Instituto del Mar del Perú - Sede Ilo.
- IMARPE 2007a. Evaluación del recurso macha (*Mesodesma donacium*) en el litoral de la provincia de Islay – Arequipa. Diciembre 2006. Informe Interno. Instituto del Mar del Perú - Sede Ilo.
- IMARPE 2007b. Evaluación del recurso macha (*Mesodesma donacium*) en el litoral de la provincia de Islay – Arequipa. Abril 2007. Informe Interno. Instituto del Mar del Perú - Sede Ilo.
- IMARPE 2008. Evaluación del recurso macha (*Mesodesma donacium*) en el litoral de la provincia de Islay – Arequipa. Mayo 2008. Informe Interno. Instituto del Mar del Perú - Sede Ilo.
- 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.
- MCLACHLAN A, DUGAN J, DEFEQ 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. Instituto del Mar del Perú, Boletín vol. 5, 170 p.
- MÉNDEZ M. 1982. Crustáceos Comerciales y otras Especies Comunes en el Litoral Peruano. Editorial Los Pinos, Lima –Perú.
- MORENO C E. 2001. Métodos para Medir la Biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, Sociedad Entomológica Aragonesa Ed. Madrid, España vol. 1, 84 p.
- OLIVARES G, WOLF M. 2006. Retención y exportación de larvas de *Mesodesma donacium* en la IV Región basadas en un esquema simple de transporte Langrangeano. 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 cuarta 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. Callao
- QUIROZ M, BARRIGA E. 1998. Evaluación del recurso macha (*Mesodesma donacium*) en el sur de Perú – 1996. Inf. Prog. Inst. Mar Perú N° 71. Callao
- QUIROZ M, BARRIGA E. 2002. Evaluación del recurso macha (*Mesodesma donacium*) en el litoral de la provincia de Islay – Arequipa. Informe Interno de IMARPE.
- SALVAT B. 1964. Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sédiments meubles intertidaux et la repartition 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.
- 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 *Ceratiium* (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.
- 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 p.
- SUNDSTRÖM B G. 1986. The marine diatom genus *Rhizosolenia*. Doctoral Dissertation. Lund University, Lund, Sweden. 117pp.

- 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. 1980. Studies on biology of the surf clam *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818) Bivalvia: Mesodesmatidae) from Chilean sandy beaches. PhD. Dissertation, University of California, Los Angeles, USA. 229 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.
- TAYLOR C C. 1953. Nature of variability in trawl catches. U.S. Fish and Wildlife Service Fishery Bulletin 54:145-166.
- 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.
- WIESER W. 1959. Limnol. Oceanogr. The Effect of grain size on the distribution of small invertebrates inhabiting the beaches of Puget Sound. 4: 181-194.
- 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, p 385-463

ANEXO 1

Registro fotográfico de los principales taxa determinados. "Evaluación biológico poblacional del recurso macha (*Mesodesma donacium* Lamarck 1818) entre Punta Corio y Sombrero Chico en La Provincia de Islay – Arequipa", (20 - 26 de febrero del 2015)



Lamina N°1: FITOPLANCTON: *Campylodiscus* sp.1, *Coscinodiscus granii*, *Pleurosigma* sp. 1, *Lithodesmium undulatum*, *Ceratium bucerus*, *Dinotrix* sp. 1, *Dissodinium* sp.1, *Protoperidinium pellucidum*. ZOOPLANCTON: Larva Metatrocofora tipo I, Estadio de Nauplio, Orden Harpacticoida, Orden Calanoida, Bivalvia larva Indet sp. 1, Gastropoda Indet sp. 2 y *Favella* sp.1

ANEXO 2

Registro fotográfico de las principales actividades en campo. "Evaluación biológico poblacional del recurso macha (*Mesodesma donacium* Lamarck 1818) entre Punta Corio y Sombrero Chico en La Provincia de Islay – Arequipa", (20 - 26 de febrero del 2015).



Continuación Anexo 2

