



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 41, Números 1-4



Enero-Diciembre 2014
Callao, Perú

**SINOPSIS BIOLÓGICO-PESQUERA DE LA MARUCHA
Donax obesulus REEVE, 1854 EN EL LITORAL DE ANCASH
 (BAHIA SAMANCO), 2001-2009**

**BIOLOGICAL FISHING SYNOPSIS MARUCHA *Donax obesulus* REEVE, 1854
 ON THE COAST OF ANCASH (SAMANCO BAY), 2001-2009**

Pedro Berrú Paz

Roberto Uribe Alzamora

RESUMEN

BERRÚ P, URIBE R. 2014.- *Sinopsis biológico-pesquera de la marucha Donax obesulus Reeve, 1854 en el litoral de Ancash (bahía Samanco), 2001-2009. Inf Inst Mar Perú. 41(1-4): 179-196.*- Se analizó información biológica y pesquera de *Donax obesulus* procedente de bahía Samanco, Región Ancash obtenida entre el 2001 y 2009. Se procesaron muestras de capturas de la pesca comercial, prospecciones y evaluaciones poblacionales; se estimaron parámetros de crecimiento y poblacionales. La talla en las capturas comerciales varió de 6 a 34 mm en prospecciones y evaluaciones de 2 a 34 mm. Los parámetros de crecimiento estacional estimados en el 2009 fueron $L_{\infty} = 35,7$ K = 1,00 y $t_0 = -0,30$; registrando elevada tasa instantánea de mortalidad Z = 3,20 y tasa de renovación anual P/B = 3,22. El peso anual varió de 2,5 a 3,1 g; las densidades variaron de 111 a 3728 ind./m². El reclutamiento es anual con mayor intensidad en abril y mayo. La temperatura anual fue >19,0 °C, el oxígeno fue >4,81 mL/L, la salinidad varió de 35,061 a 35,198 ups.

PALABRAS CLAVE: *Donax obesulus*, crecimiento, producción, biomasa, playas arenosas

ABSTRACT

BERRÚ P, URIBE R. 2014.- *Biological fishing synopsis marucha Donax obesulus Reeve, 1854 on the coast of Ancash (Samanco bay), 2001-2009. Inf Inst Mar Perú. 41(1-4): 179-196.*- The biological and fishery information from *Donax obesulus* of Samanco Bay obtained between 2001 and 2009 was analyzed. Samples of commercial fishing catches, surveys and population assessments were processed; and population growth parameters were estimated. The size in commercial catches ranged from 6 to 34 mm, in surveys and evaluations of 2-34 mm. Seasonal growth parameters estimated in 2009 were $L_{\infty} = 35.7$, K= 1.00 and $t_0 = -0.30$; recording high instantaneous mortality rate Z= 3.20 and annual renewal fee P/B= 3.22. The annual weight ranged from 2.5 to 3.1 g; densities ranged from 111-3728 ind./m². Annual recruitment is more intense in April and May. The annual temperature was >19.0 °C, oxygen was >4.81 mL/L, salinity ranged from 35.061 to 35.198 ups

KEYWORDS: *Donax obesulus*, growth, production, biomass, sandy beaches

1. INTRODUCCIÓN

El mar peruano, uno de los más productivos del mundo, contiene una gran biodiversidad y biomasa de recursos marinos que es explotada con fines industriales y de consumo humano directo.

Algunos recursos poco estudiados vienen siendo investigados por el IMARPE, dentro del Plan de Seguimiento y Monitoreo que se realiza a las principales especies según su abundancia regional o nacional, con la finalidad de determinar sus características bióticas, población, áreas de extracción y su relación con el ambiente, información que es indispensable para su uso óptimo y explotación sostenible.

La marucha, *Donax obesulus* es un bivalvo que se extrae regularmente en las playas arenosas de Vesique,

Atahualpa y Anconcillo (9°11'30''S, 78°30'05''W) en la Bahía de Samanco y que por sus grandes volúmenes de extracción constituye uno de los vertebrados más importantes en el área después de *Thaisella chocolata* "caracol", *Tagelus dombeii* "navajuela", *Trachycardium procerum* "pata de mula" y *Semele* sp. "almeja".

En IMARPE-Chimbote, se realizan monitoreos biológicos del recurso desde octubre del 2002, permitiendo identificar picos reproductivos durante las estaciones de primavera y verano; también se cuenta con información de captura, esfuerzo y áreas de extracción, habiéndose registrado capturas anuales de 30 a 506 t/año en playas arenosas antes mencionadas. En el 2006 se iniciaron las evaluaciones poblacionales directas contándose con información de indicadores poblacionales, fauna asociada al recurso y variables oceanográficas.

Explotación.- Se realizó una encuesta dirigida a los extractores de marucha para describir algunas de sus características como edad, experiencia y grado de dedicación.

Los muestreos se realizaron de la extracción comercial de la especie *Donax obesulus* en las playas de Vesique, Atahualpa y Anconcillo ubicadas en la bahía de Samanco. Los datos de capturas comerciales fueron obtenidos directamente de las playas y el esfuerzo estuvo representado por la unidad extractiva que es el hombre y expresado en faena-hombre.

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE), correspondió a la captura en kilos, expresada por unidad de esfuerzo (CPUE = kg/faena-hombre).

Evaluación y dinámica poblacional.- Se procesó información de la prospección realizada durante el 2003 y las evaluaciones poblacionales durante el periodo 2006-2008; para lo cual se establecieron transectos perpendiculares a la línea de orilla, distantes en aproximadamente 150 m entre sí. En cada transecto se realizaron de 3 a 5 estaciones de muestreo espaciadas cada 10 m, realizándose un arrastre de 1 m por cada estación.

La ubicación de los transectos se realizó utilizando un posicionador manual (GPS) Garmin 12XL y la carta náutica HIDRONAV 212 de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (coordenadas referidas al Datum WGS-84).

Se utilizó el muestreador llamado "chigua" que consiste en una rastra de acero inoxidable de 37 cm de ancho, con una platina de dientes de 12 cm de longitud en su base, que permite al instrumento penetrar en la arena al momento de hacer el arrastre. La base del muestreador se encuentra unida por un tubo con un mango al final, de tal forma que permite realizar el muestreo en posición vertical o ligeramente inclinada, siendo la muestra tamizada en una malla sintética de 1 mm de diámetro.

En el laboratorio se hizo el análisis biométrico y biológico de la especie objetivo, siguiendo los criterios de IMARPE y para la identificación de la comunidad bentónica se consultó a ÁLAMO y VALDIVIESO (1987), CHIRICHIGNO (1970) y KEEN (1971).

Los cálculos de densidad, biomasa y varianza se hicieron en una hoja de cálculo (Excel) siguiendo la metodología establecida en el Programa ESTRATA para microcomputadoras y se utilizó el software Surfer 8.0 para elaborar las cartas marinas.

Edad y crecimiento.- La estimación de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy para las fre-

cuencias de longitudes se realizaron usando la rutina ELEFAN I (PAULY y DAVID 1981) contenido en el software FiSAT II (GAYANILO et al.1995), esta rutina utiliza la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy no estacionalizada:

$$L(t) = L_{\infty} * [1 - \exp^{-K(t-t_0)}]$$

Donde: Lt= longitud en un tiempo t, L_{∞} = longitud máxima que puede alcanzar la población, siendo K = constante de crecimiento y t_0 = la edad a la longitud donde *D. obesulus* inicia su crecimiento.

Estos parámetros fueron ajustados luego por el método de superficie de respuesta. Los valores de L_{∞} y K fueron depurados con la rutina de búsqueda automática.

La edad máxima posible o longevidad se calculó utilizando la fórmula sugerida por FROESE (2000): $E_{\max} = t_0 - 1/K * \ln(1 - L_{\max}/L_{\infty})$, para efectos de comparación se utilizó la expresión $E_{\max} = (2,9957/K) + t_0$, considerando que la mayor talla en la naturaleza corresponde al 95% de L_{∞} según TAYLOR (1962) y BEVERTON (1963).

El valor de t_0 que representa el tiempo en que el organismo tiene 0 mm de altura, se determinó empleando la fórmula sugerida por PAULY (1980)

$$\log(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 * \log(L_{\max}) - 1,038 * \log(K)$$

Mortalidad total (Z año⁻¹).- Se calculó a partir de los datos de longitud-frecuencia acumulados del 2001 al 2009, los parámetros de crecimiento y la curva de captura linealizada (PAULY 1983):

$$\log_e(Nt / Dt) = a + bt; \text{ donde } Z = -b$$

Previamente los datos de longitud se convirtieron a edades usando la fórmula inversa de von Bertalanffy:

$$T(L) = -(1/K) \ln(1 - L/L_{\infty})$$

Mortalidad natural (M año⁻¹).- Se estimó a partir del coeficiente P/B, de acuerdo al método propuesto por BREY (1995) para invertebrados utilizando la siguiente fórmula:

$$\log(P/B) = 1,672 + 0,993 * \log(1/A_{\max}) - 0,035 * \log(M_{\max}) - 300,447 * 1/(T^{\circ} + 273)$$

Donde:

A_{\max} = Edad máxima observada (años)

M_{\max} = Peso máximo observado expresado en KJ

T° = Temperatura promedio anual (°C)

$M = P/B$

El rendimiento en crecimiento se comparó utilizando dos índices, calculando primero el valor de ϕ' utilizando la ecuación propuesta en MUNRO y PAULY (1983): $\phi' = \log(k) + 2\log(L_\infty)$; luego se calculó el valor de Ψ (BREY, 1995), mediante la ecuación: $\Psi = \text{Log}(M_{\text{máx}}/E_{\text{máx}})$. Los datos de longitud fueron convertidos a edad usando la fórmula inversa de von Bertalanffy $t(L) = -(1/K) \ln(1 - L/L_\infty)$.

Biomasa y producción somática.- La producción somática ($P_{\text{som.}}$) e individual ($P_{\text{ind.}}$) de la población se calculó para el año 2003, empleando el método de CRISP (1984) como una tasa de incremento específico en peso, a partir de la densidad media mensual de las muestras cuantitativas, datos longitud-frecuencia, parámetros K y L_∞ y la relación longitud-peso somático durante el año:

$$P_{\text{som}} = \sum Ni Wi Gi; \quad P_{\text{ind}} = \sum Wi Gi$$

Donde Ni es el número promedio de individuos (N°/m^2) del intervalo de longitud i, Wi es el peso corporal libre de valva promedio del intervalo i (PHLV) y Gi es la tasa de incremento de peso (año^{-1}):

$$Gi = bK ((L_\infty/Li)-1)$$

Donde b es el exponente de la ecuación de regresión longitud-peso, L_∞ y K son los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy y Li es la longitud media en el intervalo de longitud i.

La biomasa media anual (B) se estimó en base a la densidad y la relación anual longitud-peso:

$$B = \sum Ni Wi$$

Calculándose finalmente la tasa de renovación anual (p/B) entre la producción somática anual y la biomasa media anual.

VARIABLES OCEANOGRÁFICAS

Variables abióticas.- La información oceanográfica fue recopilada de las evaluaciones poblacionales del recurso marucha en los bancos naturales ubicados en bahía de Samanco, durante el período 2006–2008. La colección y análisis de las muestras de agua de mar para determinar la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en superficie, se efectuó de acuerdo a los protocolos estándares, y los rangos encontrados se presentan por áreas de muestreo y años.

Plancton.- Se colectó muestras de 100 litros de agua de mar filtrada en una red estándar de 75 μ de abertura de malla en cada una de las playas evaluadas. Las muestras preservadas con formaldehído neutralizado al 2% fueron analizadas semi-cualitativamente, considerando la proporción de los principales grupos o especies de plancton, otorgándoles la siguiente categoría (método estandarizado): ausente (0), presente (1), escaso (2), abundante (3) y muy abundante (4).

3. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Estructura por tallas en capturas comerciales.- El rango de tallas de marucha en las extracciones comerciales varió de 6 a 34 mm, registrando una estructura polimodal para todos los años analizados. Las modas principales de 23 mm ocurrieron en 2001, 2003, 2004, 2007 y 2009; modas principales de 22 mm fueron registradas en 2005, 2006 y 2008; durante el 2002 se registró la moda más importante en 25 mm (Tabla 1, Fig. 2).

La fracción de ejemplares menores a la Talla Mínima de Extracción (TME) presentó sus máximos registros durante el 2003, 2006 y 2007 con valores de 36,2%, 42,3% y 39,0% respectivamente, correspondiendo a dichos años las menores tallas medias (Fig. 3).

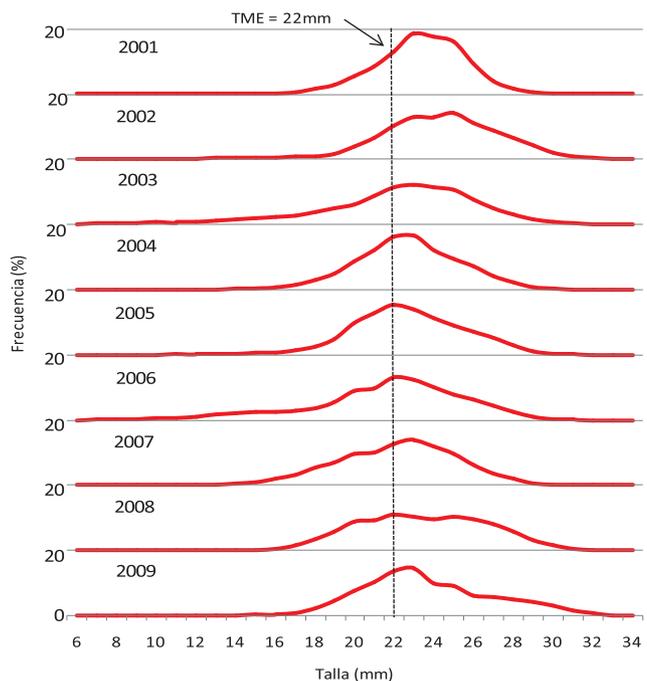


Figura 2.- Estructura por tallas de marucha comercial, 2001-2009

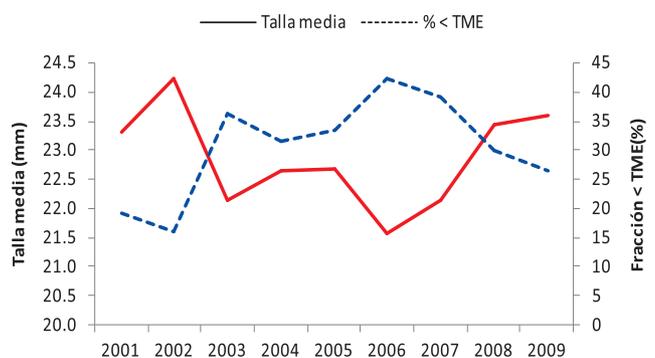


Figura 3.- Variación de la talla media anual y fracción no permitida de marucha. 2001-2009

Tabla 1.- Indicadores biométricos de marucha, 2001-2009

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Rango	10-32	9-34	6-34	12-31	9-33	6-31	8-32	12-32	12-33
Media	23	24	22	23	23	22	22	23	24
Moda	23	25	23	23	22	22	23	22	23
% <TME	19	16	36	31	33	42	39	30	27

Estructura por tallas en prospecciones y evaluaciones poblacionales.- El rango de talla de los muestreos realizados durante las prospecciones (2001-2003) y evaluaciones poblacionales (2006-2008) estuvo comprendido de 2 a 34 mm, la estructura multimodal anual se observa en la Tabla 2 y Fig. 4.

La fracción de ejemplares menores a la TME, presentó sus máximos registros durante el 2001 con 75,5%, 2003 con 66,7% y 2007 con 60,9%, correspondiendo a dichos años las menores tallas medias registradas (Fig. 5).

ESCALA DE MADUREZ HISTOLÓGICA, la escala que se utiliza es la de TALLEDO et al. (1987).

Hembras

Premadurez virginal.- Escasos alveolos, con paredes gruesas y gran cantidad de oogonias y células foliculares. En algunos alveolos puede haber ovocitos pequeños.

Madurez incipiente.- Alveolos pequeños bien formados con numerosas células foliculares, ovocitos pequeños adheridos a la pared alveolar. Se observan abundantes oogonias, además de ovocitos residuales de la anterior evacuación.

Madurez avanzada.- Escasos oogonios o ausentes, ovocitos más grandes en contacto con la pared delgada del alveolo. Algunos ovocitos pierden el contacto con la membrana.

Madurez total.- Considerable número de ovocitos redondeados o poligonales por la compresión mutua que sufren al llenar todo el espacio alveolar. Algunos ovocitos adheridos a la pared alveolar (Fig. 6).

Evacuación parcial.- El número de ovocitos es menor en relación al estado anterior, observándose además el deterioro o reabsorción de ovocitos que no son evacuados.

Evacuación total.- Alveolos casi vacíos con muy pocos ovocitos, la reabsorción de ovocitos es más intensa. La pared alveolar se recupera conteniendo oogonios y pequeños ovocitos.

Machos

Premadurez virginal.- Gran número de espermatogonios y espermatozoides

Tabla 2.- Indicadores biométricos de marucha en prospecciones y evaluaciones, 2001-2008

Año	2001*	2002*	2003*	2006**	2007**	2008**
Rango	6-33	5-34	5-34	7-31	3-31	2-34
Media	19	20	19	21	19	23
Moda	18	10	20	22	13	24
% <TME	76	47	67	52	61	32

*Prospecciones

**Evaluaciones

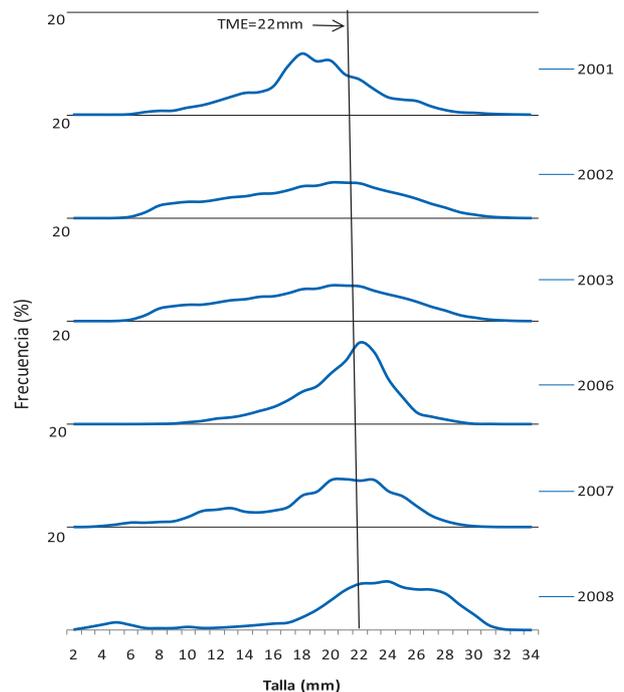


Figura 4.- Estructura por tallas de marucha de prospecciones y evaluaciones. 2001-2008

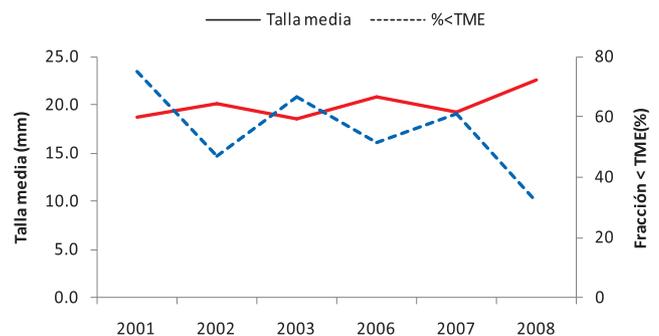


Figura 5.- Variación de la talla media y fracción no permitida de marucha en prospecciones y evaluaciones, 2001-2008

Madurez incipiente.- Alveolos bien formados con espermatozonios en las paredes, espermatozonios primarios, secundarios y espermátides invaden la luz alveolar, disponiéndose en forma radiada.

Madurez avanzada.- Se observa aún, considerable número de espermatozonios en la pared alveolar. Las espermátides convergen hacia el centro del alveolo, algunos empiezan a diferenciarse en espermatozonios.

Madurez total.- La pared alveolar es delgada, los espermatozonios llenan los alveolos (Fig. 7).

Evacuación parcial.- Alveolos parcialmente vacíos, mostrando rupturas radiales que dejan espacios, donde se observan los espermatozonios.

Evacuación total.- Pocos espermatozonios en los alveolos, con proliferación de células germinales en la pared alveolar.

Progresión de la fracción desovante.- Para el periodo 2003-2009 y agrupando ejemplares maduros próximos

a desovar y desovantes, se registraron picos importantes de reproducción o desove durante la primavera del 2004, 2007 y 2009; registrándose además un segundo pico de menor importancia en el otoño del 2003 al 2007 (Fig. 8). Durante el 2009, los mayores registros de ejemplares desovantes fueron en verano y primavera y estuvieron asociados a los mayores registros térmicos del mar (Fig. 9).

Talla media de madurez.- Para el cálculo de la talla media de madurez gonadal, se discriminaron los individuos que se encontraron en estadio I (inmaduro). Se calculó la frecuencia relativa acumulada, ajustándose los valores obtenidos mediante la ecuación logística respectiva. La talla media de madurez gonadal para todos los individuos sin discriminación de sexos del 2001 y 2004 fue estimada en 22 mm de longitud total (Fig. 10).

Así mismo, y con información correspondiente al 2003, se aplicó la curva logística, estableciendo y proponiendo una Talla Mínima de Extracción (precautoria) de 22 mm de longitud valvar; propuesta técnica que quedó plasmada en la R M N° 298-2006-PRODUCE.

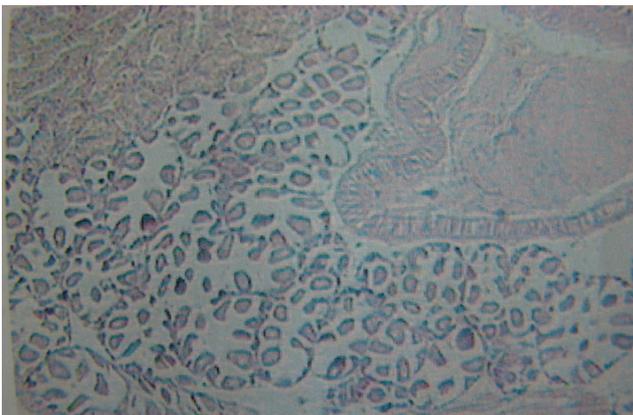


Figura 6.- Hembra madura en corte histológico *D. obesulus* (100x)

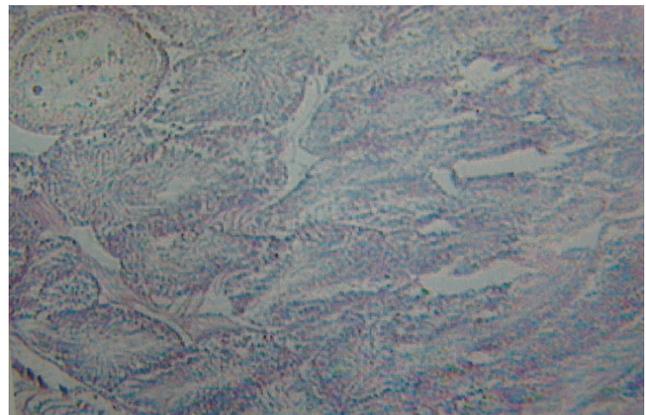


Figura 7.- Macho maduro en corte histológico *D. obesulus* (100X)

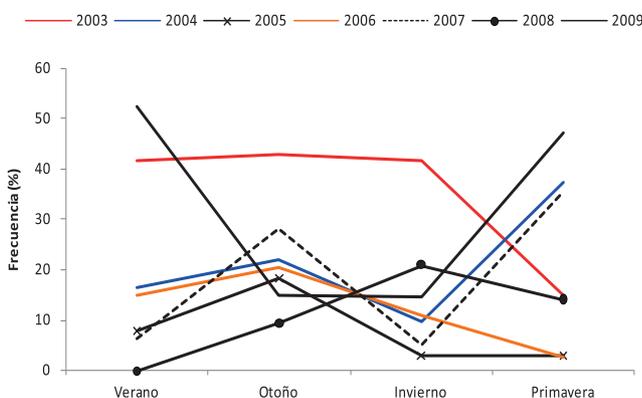


Figura 8.- Variación estacional de la fracción desovante en *D. obesulus*, 2003-2009

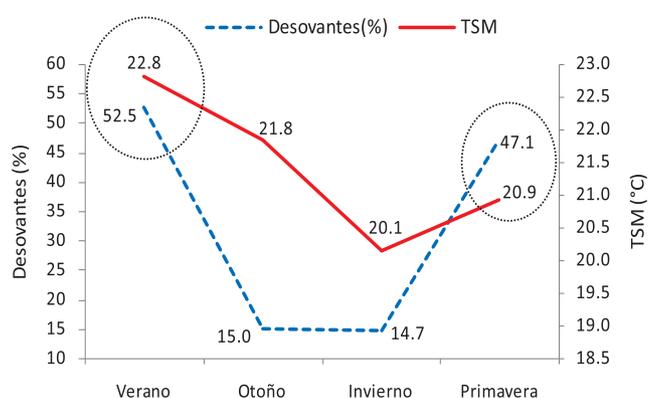


Figura 9.- Relación entre la fracción desovante y temperatura del mar en *D. obesulus*, 2009

Relación Longitud-Peso e índice de condición.- Las relaciones biométricas obtenidas en marucha provenientes del seguimiento de la pesquería mostraron para el caso longitud-peso un buen ajuste al modelo potencial para todo el periodo evaluado, con valores del coeficiente de determinación (r^2) de 0,928; para la relación peso total-peso de cuerpo se registró un buen ajuste al modelo lineal con un valor de $r^2= 0,839$ (Tabla 3).

Aplicando el test "t" de comparación de medias ($\alpha=0,05$) se encontraron diferencias en los pesos medios, siendo mayores para 2001, 2002, 2008 y 2009 y menores para los otros años (Fig. 11). El índice de

condición (Fulton) estuvo directamente relacionado a las variaciones medias de su peso (Fig. 12).

Descripción y estrategias de la pesquería.- La extracción es realizada por pescadores no embarcados conocidos como marucheros, que laboran los siete días de la semana, aprovechando la marea baja, por aproximadamente tres horas diarias, en una acción que demanda un esfuerzo manual al 100%. Estos pescadores han constituido una asociación de extractores denominada "Astramar" integrada por 20 miembros. En la Región Áncash, la extracción de marucha es una actividad que data de hace varias décadas, sin embargo, se cuenta con información estadística desde el 2001.

Tabla 3.- Relaciones biométricas en marucha. 2001 - 2009

Año	Longitud total - peso total				Peso total - Peso de cuerpo			
	a	b	r^2	n	a	b	r^2	n
2001	0,000205	2,935739	0,986240	1027	0,017039	0,218808	0,938164	1027
2002	0,000149	3,062319	0,993600	135	0,022306	0,164611	0,955659	135
2003	0,000315	2,795331	0,984659	1427	0,009826	0,249585	0,918006	1233
2004	0,000254	2,845650	0,933745	1845	0,063142	0,223532	0,840599	1845
2005	0,000239	2,856737	0,934581	2123	0,030810	0,242448	0,864138	2123
2006	0,000257	2,848931	0,971072	2451	0,008058	0,250403	0,906593	2423
2007	0,000245	2,870063	0,955215	2677	0,014408	0,239349	0,868264	2671
2008	0,000386	2,754139	0,957181	1890	-0,005877	0,261041	0,888853	1890
2009	0,000292	2,858089	0,928425	1841	0,099965	0,223200	0,839356	1834

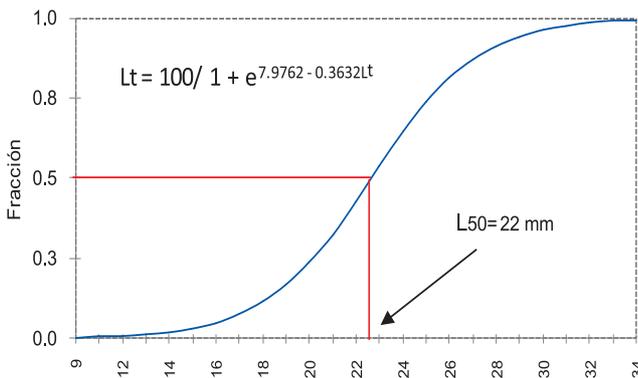


Figura 10.- Talla media de madurez gonadal para *D. obesulus*. Setiembre 2001 y noviembre 2004

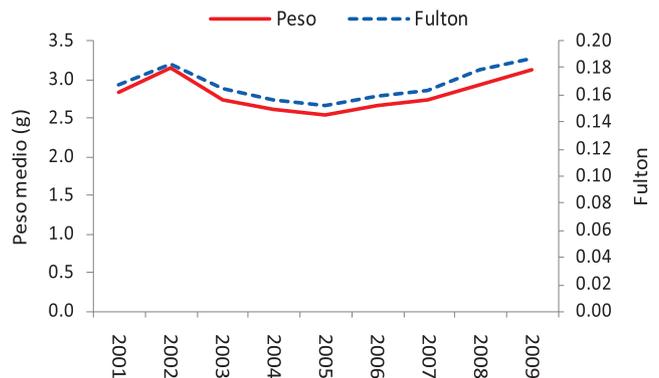


Figura 11.- Variación de pesos e índice de Fulton en marucha, 2001-2009

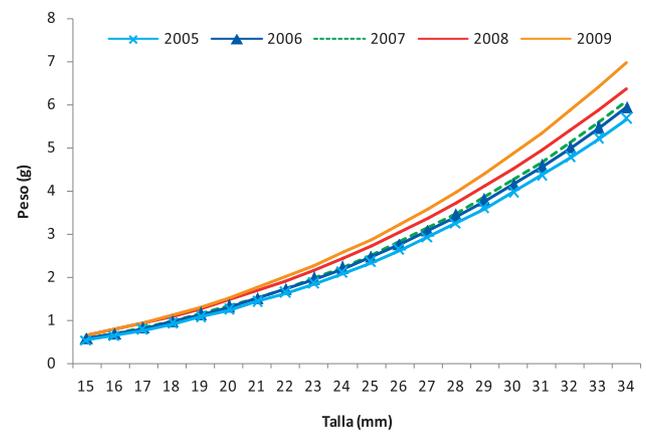
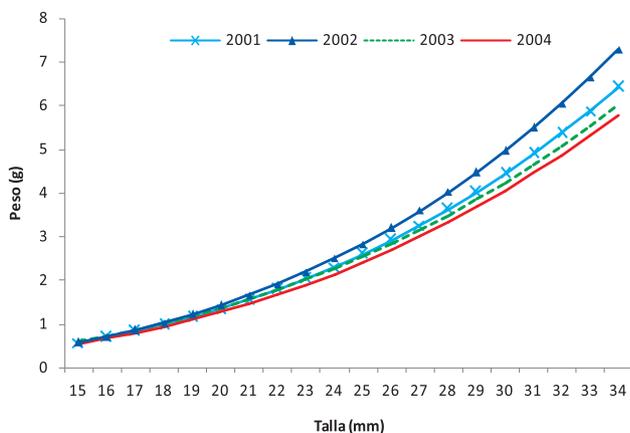


Figura 12.- Curvas talla-peso en marucha, 2001 - 2009

La herramienta utilizada para la extracción es conocida como maruchero y/o chigua que consiste en una rastra de acero inoxidable que varía de 37 a 40 cm de ancho por 20 cm de alto, y cuya base presenta una platina de dientes de acero inoxidable y de 12 cm de longitud en su base a fin que pueda penetrar en la arena para el arrastre. El marco metálico va unido a una bolsa de dos metros de longitud con mallas de 1" en el primer cuerpo y 13 mm en la bolsa. A partir del 2003, el tamaño de malla cambió a 3/4 como una sola medida que actualmente es usada, permitiendo de esta forma filtrar los ejemplares menores a 22 mm de longitud valvar.

Al ingresar a una playa, realizan un muestreo para determinar el tamaño y abundancia del recurso y según su experiencia deciden trabajar en dicha área o emigrar a otra playa hasta encontrar mejores rendimientos para el trabajo.

Las capturas parciales son filtradas a un costado de la playa en un tamiz construido de madera y malla metálica; el tamaño del tamiz es de 50 x 30 cm y la abertura de la malla de 13 mm de lado, siendo los ejemplares no retenidos en el tamiz devueltos al mar (Fig. 13).

Capturas.- Del 2001 al 2009 los volúmenes de extracción se han venido incrementando en forma marcada, mostrando dos etapas en la conducta de la curva de extracción; la primera del 2001 al 2003 que muestra un repunte en la abundancia poblacional del recurso después de su casi desaparición durante el evento El Niño 97-98 con valores anuales de 30 t en el 2001 a 275 t en el 2003; la segunda etapa de fortalecimiento poblacional se registró del 2004 al 2008 con valores de 343 a 506 t/año (Fig. 14).

Durante el 2009, los niveles de extracción disminuyeron en 45,8% respecto al 2008, con 264 t; debido probablemente a un repliegue de la especie al submareal, fuera del alcance de las artes de los pescadores, como consecuencia de las continuas movidas de mar registradas durante dicho año.

Discriminando los niveles de extracción por estaciones del año, se registraron mayores valores durante invierno y primavera (test "t", $\alpha=0,05$), con valores medios para el periodo 2001-2009 de 69 t para verano y otoño, 88 t para invierno y 105 para primavera (Tabla 4)

Esfuerzo de pesca y rendimiento.- El esfuerzo de pesca varió de 2.854 faenas-hombre en el 2004 a 5.125 faenas-hombre durante el 2002 (Tabla 5).

La curva de esfuerzo mostró similar comportamiento que la curva de extracción del 2003 al 2008; durante el 2002 y 2009 los máximos valores de esfuerzo correspondieron a una menor disponibilidad de

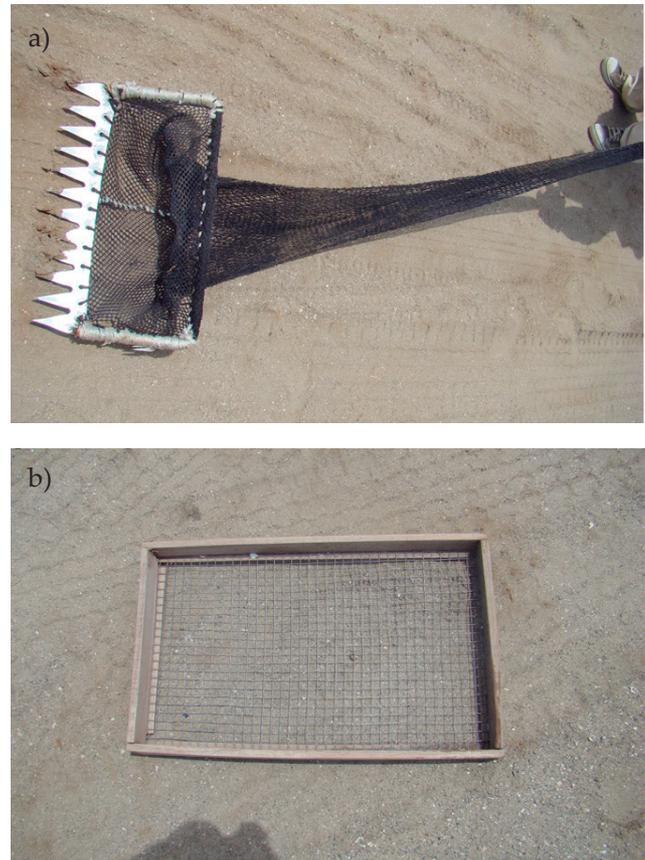


Figura 13.- Instrumentos empleados en la pesquería de marucha en la Región Ancash: maruchero (a) y tamiz (b)

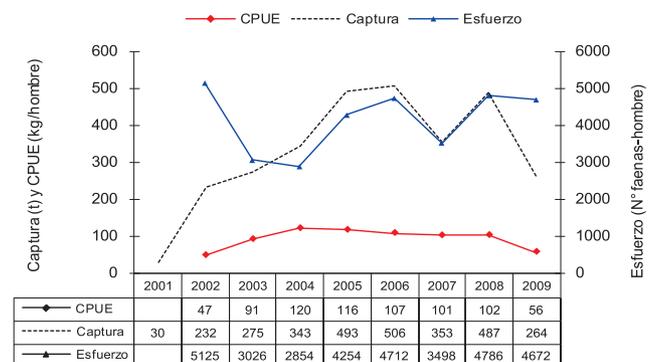


Figura 14.- Curva de extracción, esfuerzo y CPUE de marucha, 2001-2009

Tabla 4.- Niveles estacionales de extracción de marucha, 2001-2009

Año	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total
2001	3	6	8	12	29
2002	31	24	66	112	232
2003	88	63	59	64	275
2004	71	48	110	114	343
2005	68	107	136	182	493
2006	131	122	128	126	506
2007	127	113	86	28	353
2008	63	127	162	135	487
2009	43	11	38	172	264
Media/estac.	69	69	88	105	

recurso en el medio. Estacionalmente, se registraron mayores valores medios para la estación de primavera, la información correspondiente se observa en la Tabla 6.

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) varió de 47 a 56 kg/faena-hombre, correspondiendo a la etapa del 2004 al 2008 valores más homogéneos, debido al fortalecimiento poblacional en dicho periodo. La CPUE registró valores medios estacionales de 77, 86, 96 y 99 kg/faena-hombre para verano, otoño, invierno y primavera; correspondiendo los mayores valores a las mayores extracciones registradas en invierno y primavera (Tabla 7).

ESTIMACIONES POBLACIONALES

Del 2006 al 2008 las estimaciones poblacionales variaron de 55 a 482 millones de individuos y la biomasa fluctuó de 95 a 484 t; en febrero 2007 alcanzó las mayores estimaciones poblacionales. La concentración de marucha varió de 111 a 3728 ind./m² por evaluación. Posteriormente, los niveles poblacionales mostraron una tendencia a disminuir hasta diciembre del 2008, cuando se registraron los menores valores (Tabla 8).

Áreas de interés en las playas evaluadas.- El análisis de la estructura de tallas por transecto en cada una de las playas evaluadas, demostró que no existen dentro de las mismas, áreas especiales de mayor productividad (mayores tamaños) o de reclutamiento, por lo que este último puede suceder indistintamente en toda la playa.

Información de julio 2008, respecto a la presencia de juveniles (≤ 10 mm) recientemente asentados permitieron confirmar lo anteriormente planteado, con valores por transecto que variaron de 5,9% a 19,1% para Vesique, de 4,1 a 30,8% para Atahualpa y de 4,5 a 28,4% en Anconcillo (Fig. 15).

DINÁMICA POBLACIONAL

Parámetros de crecimiento de von Bertalanffy

La población de marucha analizada en base a las distribuciones de frecuencia mensual de individuos recolectados entre 2002 y 2009 en la bahía de Samanco, presentó un amplio intervalo de tallas comprendidas entre 6 y 34 mm (Fig. 16).

Se determinaron los parámetros de crecimiento para el 2002, que corresponde a un año con temperatura promedio de 20,4 °C, obteniéndose los siguientes datos, $L_{\infty} = 35,7$ y un valor de $K = 1,5$ año; para un periodo más frío en el 2007 con temperaturas promedio de 18,9 °C se obtuvieron valores de $L_{\infty} = 33,6$ y valor de $K = 1,2$ año. Para comprobar los resultados, se recalcularon los parámetros de crecimiento para

Tabla 5.- Captura, esfuerzo y rendimiento de marucha, 2001-2009

Año	Captura t	Esfuerzo N° hombres	CPUE kg/hombre
2001	29	S/D	S/D
2002	232	5125	47
2003	275	3026	91
2004	343	2854	120
2005	493	4254	116
2006	506	4712	107
2007	353	3498	101
2008	487	4786	102
2009	264	4672	56

S/D = sin datos

Tabla 6.- Esfuerzo estacional de marucha, 2002-2009

Año	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total
2002	1090	1140	1270	1625	3026
2003	961	755	670	640	3026
2004	718	436	840	860	2854
2005	985	893	1107	1269	4254
2006	1155	1106	1212	1239	4712
2007	1141	978	801	578	3498
2008	901	1125	1332	1428	4786
2009	1297	773	960	1642	4672
Media/estac.	1031	901	1024	1160	

Tabla 7.- Captura por unidad de esfuerzo (kg/faena-hombre) de marucha, 2002-2009

Año	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total
2002	29	21	52	69	364
2003	92	84	88	100	364
2004	99	111	131	132	473
2005	69	120	123	143	455
2006	113	111	105	101	430
2007	111	115	108	48	382
2008	70	113	121	94	399
2009	33	15	40	104	192
Media/estac.	77	86	96	99	

Tabla 8.- Estimaciones poblacionales de marucha, 2006-2008

Fecha	Playa	Población (mlns)	Biomasa (t)	Dens.(ind./m ²)
	Vesique	11,7	16,2	730
	Atahualpa	39,5	54,2	1233
	Anconcillo	14,8	25,0	275
	Total	66,0	95	662
Feb-07	Vesique	98,3	85,2	4098
	Atahualpa	310,2	273,6	4846
	Anconcillo	73,7	124,8	2048
	Total	482,3	484	3728
Ago-07	Vesique	18,1	31,8	754
	Atahualpa	47,0	76,2	734
	Anconcillo	8,0	15,5	222
	Total	73,0	124	670
Jul-08	Vesique	11,9	23,8	330
	Atahualpa	28,8	53,8	600
	Anconcillo	46,9	87,6	977
	Total	87,5	165	660
Dic-08	Vesique	3,3	11,7	90
	Atahualpa	4,6	11,3	96
	Anconcillo	46,9	87,6	977
	Total	54,8	111	111

el 2009, un año con temperatura promedio de 19,5 °C, determinados a partir de distribuciones de talla agrupadas en clases de 2 mm de longitud antero posterior, que permitió obtener un mejor ajuste con la rutina ELEFAN I (PAULY y DAVID 1981).

Se encontró una curva de crecimiento ajustada con los valores definitivos de K y L∞. Para graficar, la edad se estimó con la fórmula inversa de von Bertalanffy con valores de L∞ = 35,7, K = 1,0 y t₀ = -0,30 año, permitiendo determinar que la marucha puede alcanzar 34 mm de longitud a los dos años con una longevidad máxima teórica de dos años y medio.

De acuerdo al patrón obtenido, la marucha se recluta con mayor frecuencia entre mayo y junio (Fig. 17), las comparaciones fueron hechas durante todo el periodo de estudio 2002 – 2009.

El rendimiento en crecimiento dio un valor de Ø' = 3,10 y Ψ = 2,09, tomando en cuenta Ø' y al compararlos con otras estimaciones realizadas al género Donax en distintas localidades, se observó que no difieren mucho entre sí (Tabla 9). El índice de desempeño del crecimiento Ø' puede ser igual en la misma especie o entre taxa estrechamente relacionados y entre diferentes bancos de la misma especie (MOREAU et al. 1986), por lo tanto el crecimiento de *D. obesulus* puede semejarse al de otras especies del genero Donax.

En la Tabla 9 se muestran los parámetros de crecimiento estimados por otros autores más los datos reportados en este estudio. Evidentemente, los parámetros hallados son diferentes entre sí. Esto pudo deberse a lo ya explicado anteriormente sobre el uso de los modelos y a las frecuencias de tallas utilizadas en cada zona o a la especie que corresponde, y probablemente también a la manipulación de los datos cuando se aplicó el programa. Por tal motivo y con el propósito de reportar un modelo de crecimiento generalizado para *D. obesulus*, se decidió juntar la información histórica y calcular una ecuación de crecimiento promedio para la especie en toda su área de distribución que correspondería al último año, por eso es común considerar resultados de varios trabajos, referidos al mismo género o si se tuviera información de la misma especie mucho mejor y así poder integrar o interrelacionar parámetros de crecimiento que validen algún proceso o cambio de marucha en su medio natural.

Mortalidad.- La tasa instantánea de mortalidad total (Z) por medio de la curva de captura linealizada fue de 3,20 año⁻¹, utilizando la captura acumulada del 2001 al 2009 y para ejemplares mayores de 0,8 años de edad (Fig. 18).

La mortalidad natural M estimada para el periodo en estudio a partir del coeficiente P/B utilizando la relación empírica de BREY (1995) es 1,42, la que puede diferir con otros autores que realizan sus cálculos con la fórmula de Pauly, no obstante, es posible que

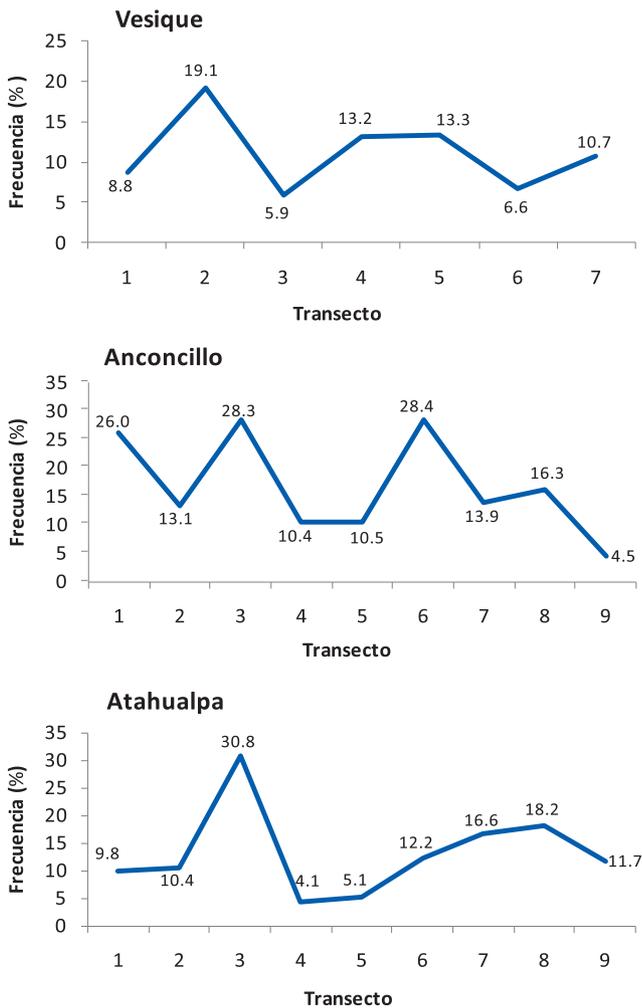


Figura 15.- Ocurrencia (%) de juveniles ($\le 10\text{mm}$) en playas evaluadas. Julio 2008

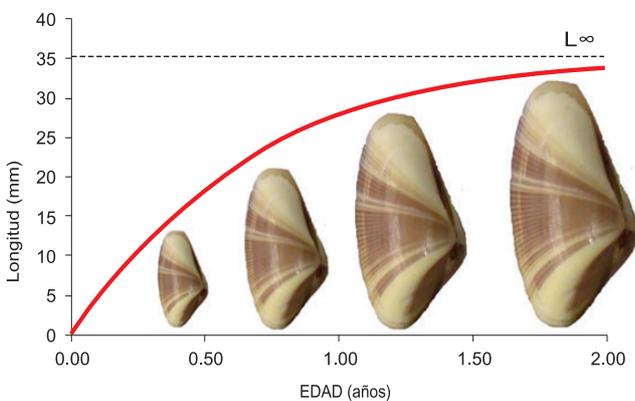


Figura 16.- Curva de crecimiento de von Bertalanffy basada en datos de frecuencia de longitud de *D. obesulus*

el problema esté en la aplicación de este modelo puesto que no es el adecuado para determinar M en moluscos bivalvos, teniendo en cuenta que fue concebida para otros recursos (peces y crustáceos) (BORDA y CRUZ 2004).

Rendimiento máximo sostenido.- Los valores de captura y rendimiento del 2002 al 2009 permitieron estimar un RMS de 389 t/año y un esfuerzo de 4.848 faenas-hombre/año; igualmente traducido a un RMS de 1,1 t/día que deberían ser extraídos por 13 pescadores/día (Tabla 10).

Biomasa y producción somática.- La relación longitud-peso total y longitud peso húmedo libre de valvas (PHLV) permitió registrar las constantes que se visualizan en la Tabla 11.

Las densidades medias mensuales registradas en playa Atahualpa, variaron de 148 a 2451 ind./m², con un valor medio anual de 1063 ind./m² en el 2003 (Tabla 12).

La producción total de tejidos blandos de *D. obesulus* (P) fue estimada en 1187 g PHLV.m⁻².año⁻¹ (Fig. 19) y la biomasa promedio (B) fue de 368 g PHLV.m⁻².año⁻¹; lo que permitió estimar una tasa de renovación anual (P/B) de 3,22.

La mayor producción individual estuvo representada por los individuos de 22 mm de longitud, los mismos que generan una mayor producción de tejido blando respecto a otras tallas, con un valor de 0,72 g.año⁻¹, siendo los individuos de 20 a 23 mm los que aportaron una mayor producción a la población en playa Atahualpa con un valor de 18,8% del total estimado (Fig. 20).

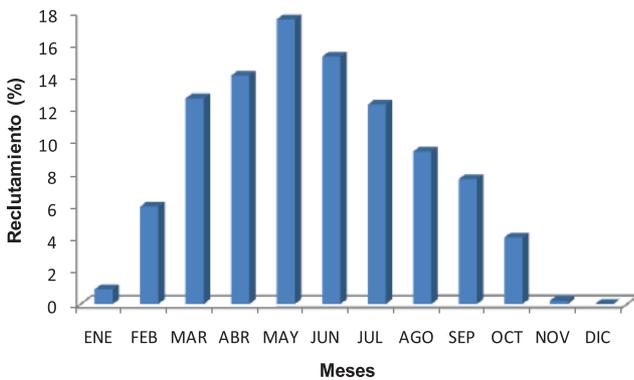


Figura 17.- Patrón de reclutamiento temporal de *D. obesulus* en Bahía Samanco

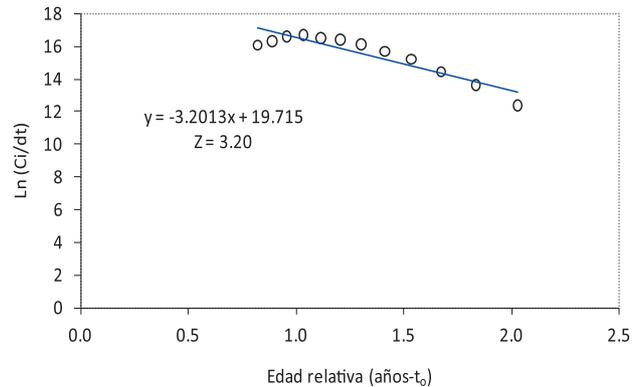


Figura 18.- Curva de captura de la población de *D. obesulus*, basada en datos de frecuencia de longitud

Tabla 9.- Valores de L ∞ , K y \emptyset' del genero Donax reportados por otros autores

Especie	L ∞	K	\emptyset'	Localidad	Autor
<i>D. obesulus</i>	33,7	0,99	3,05	Sarapampa, Peru	Velarde y Mendo (2008)
<i>D. peruvianus</i> 80/81	46,0	1,00	3,33	Sta. Maria del Mar, Peru	Arntz et al. (1987)
<i>D. peruvianus</i> 82/83	42,0	0,70	3,09	Sta. Maria del Mar, Peru	Arntz et al. (1987)
<i>D. peruvianus</i> 81/82	35,0	1,17	3,16	Sta. Maria del Mar, Peru	Arntz et al. (1987)
<i>D. marincovich</i>	35,7	1,00	3,10	Samanco, Peru	Presente estudio
<i>D. dentifer</i>	29,3	0,62	2,72	Bahia Malaga, Colombia	Riascos y Urban (2002)
<i>D. denticulatus</i>	31,4	1,48	3,17	Play Brava, Venezuela	Garcia et al. (2003)
<i>D. denticulatus</i>	30,0	1,79	3,21	La Guardia, Venezuela	Marcano et al. (2003)
<i>D. hanleyanus</i>	33,0	0,80	2,94	Playa Sandy, Uruguay	Defeo (1996)
<i>D. hanleyanus</i>	34,2	0,40	s.d.	Buenos Aires, Argentina	Cosentino et al. (2006)
<i>D. hanleyanus</i>	44,0	0,46	2,16	Santa Teresita, Argentina	Herrman et al. (2009)
<i>D. trunculus</i>	52,8	0,55	s.d.	Barquero, España	Maze y Laborda (1988)

Tabla 10.- Rendimiento máximo sostenible estimado mediante el modelo de Schaefer

Estimado	Año	Mes	Día
RMS Schaefer (t)	389	32,4	1.1
fRMS Schaefer (N° faenas)	4848	404,0	13

Tabla 11.- Constantes de la relación longitud-peso en *D. obesulus*, 2003

Relación	a	b	r ²
Longitud-peso total	0,000315	2,795331	0,984659
Longitud-peso somát.	0,000142	2,602637	0,926465

VARIABLES OCEANOGRÁFICAS

Temperatura superficial del mar.- Para el periodo 2004-2009, la temperatura media anual superficial en playa el Dorado varió de 19,0 a 21,4 °C, con una clara tendencia a incrementar hacia el 2009 (Fig. 21). Durante dicho periodo, los mayores registros térmicos se dieron en verano (23,0 °C), disminuyendo en otoño (20,7 °C) e invierno (19,2 °C); para incrementar a 20,1°C en primavera (Fig. 22).

En las áreas de estudio y en verano, otoño y primavera, se registraron mayores valores térmicos en la parte norte de las playas, con un pequeño núcleo de temperaturas altas en la parte sur. En invierno, la temperatura registró mayores valores al norte y centro del área de estudio (Fig. 23).

Oxígeno disuelto en superficie.- Durante el periodo de estudio la concentración de oxígeno varió de 4,29 a 6,26 mL/L, registrándose valores medios anuales de 5,43 mL/L, 5,65 mL/L, 4,81 mL/L, 5,01 mL/L y 5,12 mL/L para los años 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008 respectivamente.

La concentración de oxígeno en el área de estudio tuvo una distribución casi homogénea, observándose pequeños núcleos de menor concentración en la parte central y norte del área evaluada (Fig. 24).

Salinidad.- Los valores de salinidad se mantuvieron entre 35,10 y 35,22 ups, observándose los menores valores en la parte centro y sur de las playas (Fig. 25).

Plancton.- Entre 2007 y 2008, los volúmenes medios de plancton variaron de 0,50 mL/m³ a 2,70 mL/m³ con valores medios de 0,9, 1,0 y 1,3 mL/m³ para Vesique, Atahualpa y Anconcillo respectivamente (Tabla 13).

Se determinó una riqueza total de 61 unidades taxonómicas, de las cuales 2 fueron crisofitas, 35 diatomeas y 24 dinoflagelados.

La comunidad fitoplanctónica estuvo conformada principalmente por diatomeas de afloramiento con alta tasa de reproducción, típicas de las primeras fases de sucesión como: *Chaetocerus brevis* y *Ch. decipiens*, con niveles de abundancia mayormente de tipo “escaso” a “muy abundante”. Asimismo, se obtuvo registros de diatomeas neríticas en fases avanzadas de sucesión como *Coscinodiscus centralis* en niveles de “escaso” a “abundante”.

También se registraron los dinoflagelados *Ceratium bucerus*, *C. furca*, *Protoperidinium micans* y *P. depressum*.

Tabla 12.- Indicadores poblacionales de *D. obesulus* realizado en playa Atahualpa durante el 2003

Mes	Area (m ²)	Poblacion (mlnls)	Lim.conf. (%)	Dens.(ind./m ²)	Biomasa (g/m ²)
Enero	64000	92,4	+/- 48,05	1444	1481,8
Febrero	64000	153,7	+/- 37,98	2402	1957,5
Marzo	64000	156,9	+/- 27,15	2451	2723,4
Abril	64000	167,0	+/- 42,67	2610	3766,7
Mayo	64000	139,9	+/- 48,68	2186	3342,0
Julio	64000	84,5	+/- 35,53	1321	2052,0
Agosto	64000	61,6	+/- 43,67	962	1625,4
Setiembre	64000	12,8	+/- 34,14	200	336,5
Octubre	64000	17,2	+/- 24,31	269	493,6
Noviembre	64000	30,5	+/- 36,54	477	724,8
Diciembre	64000	9,5	+/- 37,86	148	335,8

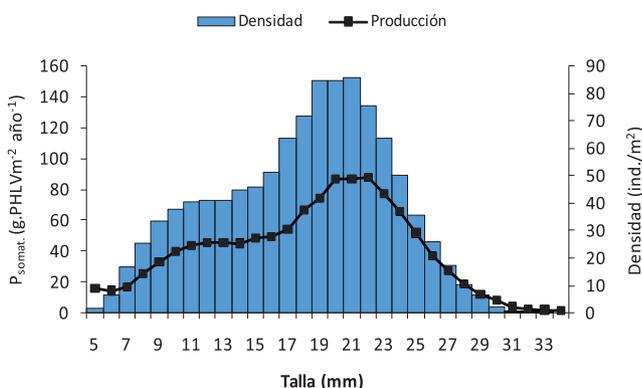


Figura 19.- Producción y densidad de *D. obesulus* en playa Atahualpa 2003

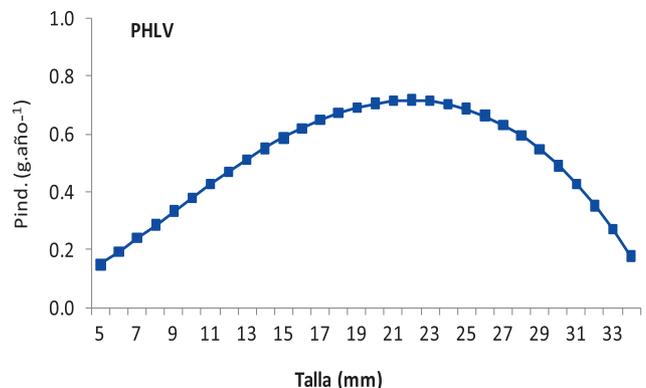


Figura 20.- Producción individual de *D. obesulus* en peso húmedo libre de valvas (PHLV)

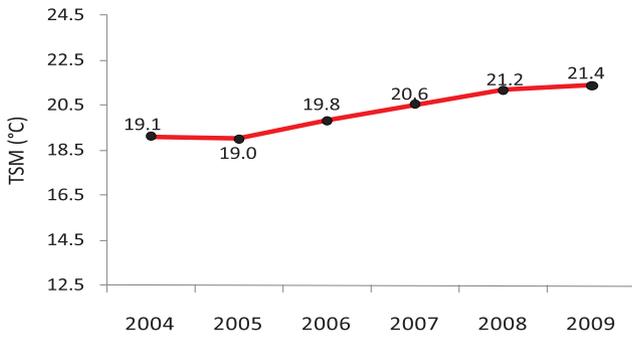


Figura 21.- Temperatura superficial del mar en área del Dorado, bahía Samanco 2004-2009

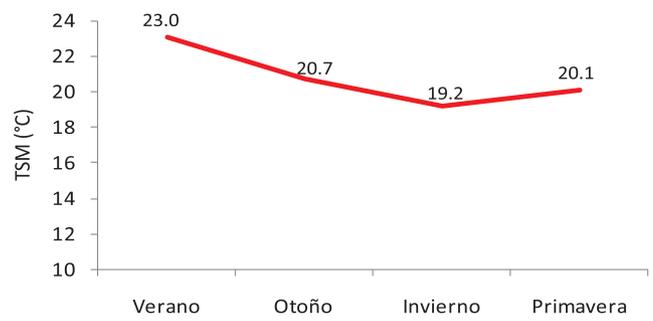


Figura 22.- Variación estacional de la TSM en El Dorado, bahía Samanco 2004-2009

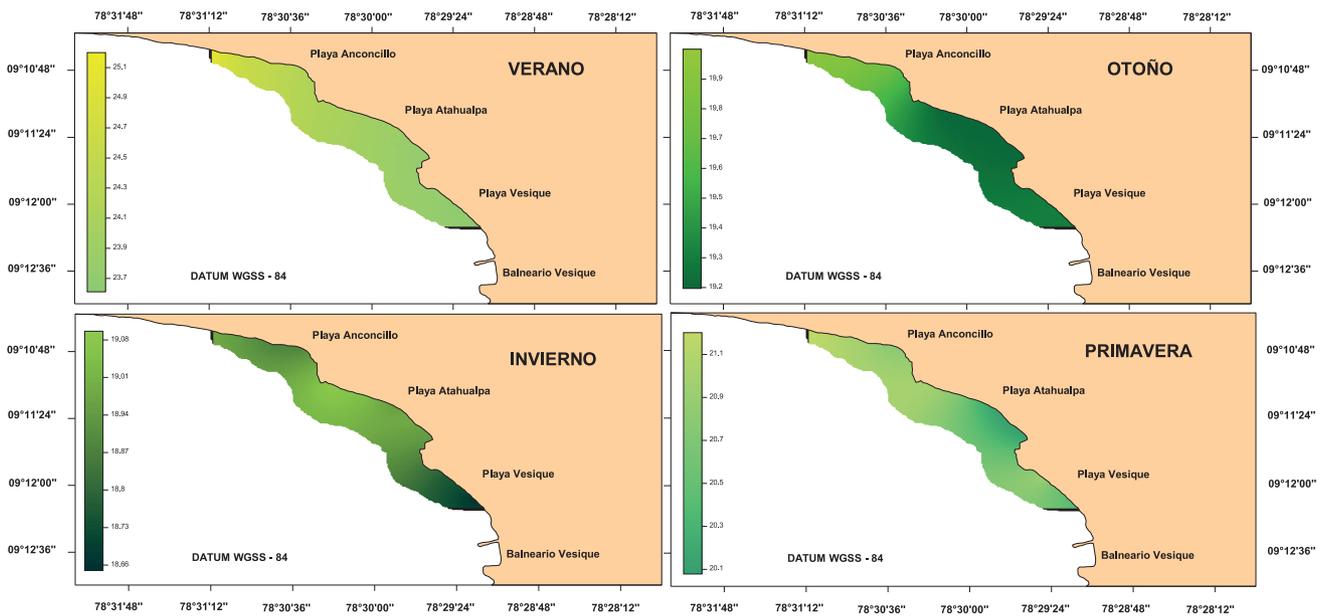


Figura 23.- Variación térmica estacional en el banco de *D. obesulus*, 2004-2009

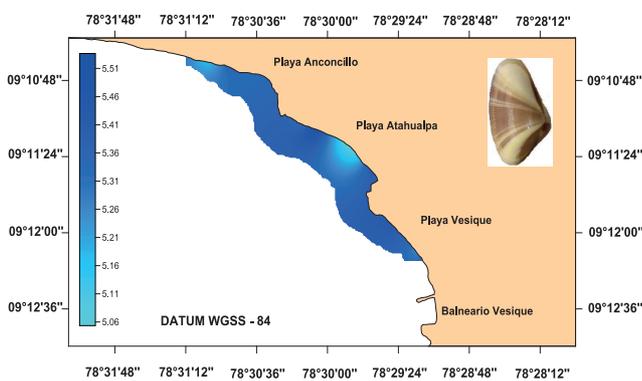


Figura 24.- Variación del oxígeno disuelto en el banco de *D. obesulus*, 2004-2009

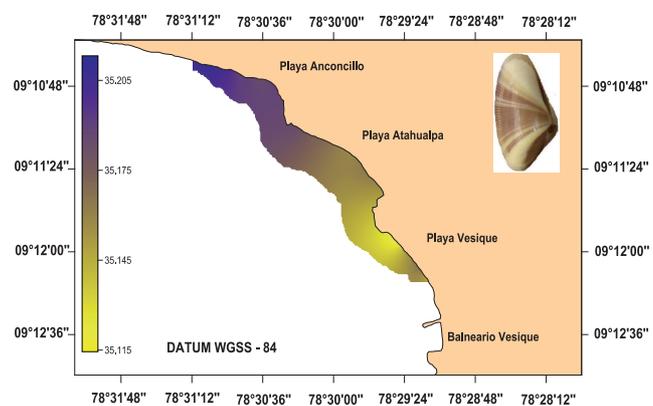


Figura 25.- Variación de la salinidad en el banco de *D. obesulus*, 2004-2009

Comunidad macrobentónica de playas arenosas.- En las playas arenosas de Vesique, Atahualpa y Anconcillo, estuvo conformada por 26 unidades taxonómicas, siendo el grupo mejor representado el de los bivalvos con una importancia numérica de 99,6%. Este grupo estuvo representado por 4 espe-

cies, siendo *Donax obesulus* la especie dominante del intermareal arenoso con 99,4% de importancia numérica (Tabla 14).

Los crustáceos representaron el segundo grupo con 0,28% de importancia numérica; representado por 9

unidades taxonómicas entre las cuales *Emerita analoga* "muy-muy" fue la especie dominante.

La riqueza de especies varió de 6 a 18 unidades taxonómicas, mientras la diversidad de Shannon presentó valores muy bajos, con rangos de 0,035 a 0,481 bits/ind (Tabla 15).

4. DISCUSIÓN

Donax obesulus, se distribuye desde Ecuador a Chile ocupando el meso e infralitoral arenoso como su campo vital (ÁLAMO y VALDIVIESO 1987).

En el litoral de Ancash, se registra su ocurrencia en las Playas Vesique, Atahualpa y Anconcillo de bahía Samanco. En estas playas los niveles de extracción presentaron una curva ascendente durante el periodo 2001-2006, con valores de 29 a 506 t/año; posteriormente los niveles de extracción disminuyeron a 353 y 264 t durante el 2007 y 2009 respectivamente, registrándose además un pico de extracción de 487 t el 2008. Las curvas de extracción y esfuerzo registraron similar comportamiento durante el periodo 2003-2008, debido a la consolidación de los niveles poblacionales del recurso, tras el restablecimiento de las condiciones ambientales después del evento El Niño 1997-98.

En términos generales los efectos de un evento El Niño fuerte sobre la fauna marina se traducen en mortalidades masivas de especies bentónicas y emigración forzada de especies pelágicas y demersales (ARNTZ et al. 1988). En las playas evaluadas, las poblaciones de marucha disminuyeron drásticamente durante el evento El Niño 97-98, para luego recuperarse a partir del 2001 y las grandes densidades estimadas en las playas evaluadas, con valores comprendidos entre 111 y 3728 ind./m², la ubican como un organismo dominante del intermareal arenoso de playas de gran exposición, citándose mayores registros de densidad para *Donax obesulus*, con valores de 7.000 ind./m² en Punta Lobería en Lima (TARAZONA et al. 1986).

La irregularidad de las densidades por transecto para cada una de las playas podría explicarse por cambios de pendiente en porciones de playa, así como por efectos de la extracción intensiva, que no responde necesariamente a un patrón de distribución del recurso, como es el caso de la playa Atahualpa, que registró una porción intermedia con marcada pendiente y menor densidad.

La dinámica de su distribución y densidad, también estaría relacionada con el grado de exposición de la playa, la pendiente y los procesos dinámicos asociados

con el transporte de sedimentos. Esto último es de vital importancia, por cuanto según versiones de los pescadores, el arenamiento o embancamiento, tendría relación con la aparición de núcleos de concentración del recurso, mientras que procesos que ocasionan pérdida temporal de sedimentos con el consiguiente incremento de la pendiente de la playa estarían acompañados de disminución de su concentración, que sería una estrategia de movimiento y migración continua de marucha, por cuanto con una mayor dinámica del mar, se desentierra y se deja transportar a zonas más profundas y estables, escapando al mismo tiempo de los artes de extracción (observación personal).

Las tallas medias anuales en las capturas comerciales durante el periodo de estudio variaron de 21,6 a 24,2 mm, con tendencia a disminuir de 24,2 mm el 2002 a 22,2 mm durante el lapso 2003-2007, para posteriormente incrementar a 23,4 y 23,6 mm durante el 2008 y 2009 respectivamente, registrándose en todos los años estructuras polimodales, mientras las tallas derivadas de las evaluaciones (2006-2008) permitieron registrar una mayor fracción de reclutas (≤ 10 mm) durante las estaciones de primavera y verano, con valores de 13,7% y 10% respectivamente. El reclutamiento estaría asociado a mayores temperaturas.

El ligero repunte de las tallas medias extraídas durante 2008 (23,4 mm) y 2009 (23,6 mm) obedecería a la disminución de sus densidades que habrían permitido mayor crecimiento individual.

La mayor frecuencia de ejemplares desovantes durante primavera y verano, estaría asociado a mayores temperaturas. La temperatura es uno de los factores que tiene marcada influencia en la vida de muchos organismos, por lo que se esperaría que parte de los reclutas registrados en dichas épocas se hayan ubicado en el submareal lejos del alcance de las estaciones de muestreo. BAYED y GUILLOU (1985) indican que las elevadas temperaturas en la parte alta de la playa, sería limitante para los reclutas recientemente asentados y que al presentar una débil capacidad de enterramiento prefieren la parte baja de la playa, donde las variaciones térmicas son más atenuadas.

Las tallas comerciales extraídas teniendo en consideración su talla mínima de extracción de 22 mm de longitud valvar (R.M. N°-298-2006PRODUCE), registró porcentajes comprendidos entre 15,9 durante el 2002 y 42,3 durante el 2006, lo que supone una falta de control y vigilancia por el ente responsable.

Las estimaciones poblacionales variaron de 55 a 482 millones de individuos, con una biomasa comprendida entre 95 y 484 t, registrándose mayores valores durante periodos estivales que invernales. Menores

densidades registradas en otoño-invierno estarían asociadas a la mayor intensidad de corrientes en estas épocas; lo que condicionaría a la marucha a migrar al submareal (mayores profundidades) disminuyendo su vulnerabilidad a los artes de extracción. Al respecto (Inf. Marisqueo de coquina, 2002), la densidad de individuos decrece paulatinamente desde el nivel de bajamar hacia la zona profunda del intermareal.

Los parámetros de crecimiento obtenidos ($K=1,0$ y $L_{\infty}=35,7$) en el presente estudio indican que presenta un rápido crecimiento semejándose a lo reportado para *D. obesulus* en Sarapampa, Lima (AGUIRRE y MENDO 2008) y *D. peruvianus* (actualmente *D. obesulus*) en Santa María del Mar, Lima (ARNTZ et al. 1987) durante El Niño 1982, pero en comparación a las otras informaciones hechas por el mismo autor antes y después del evento El Niño 1982, los valores de L_{∞} son muy elevados. El coeficiente de crecimiento K para el presente estudio de *D. obesulus* en las playas de bahía Samanco fue inferior a lo obtenido por GARCÍA et al. (2003) y MARCANO et al. (2003) para *D. denticulatus* en Venezuela, pero muy superior a lo reportado por VÉLEZ y VENABLES (1981) con un valor de $K=0,43$ para la misma especie en la península Araya de Venezuela; igualmente la longitud asintótica $L_{\infty}=35,7$ fue superior para los valores de *D. denticulatus*, *D. dentifer* (RIASCOS y URBAN 2002) y *D. hanleyanus* (DEFEO 1996); pero exceden en gran magnitud a los de HERMANN et al. (2009) $L_{\infty}=44,0$ para *D. hanleyanus*.

El reclutamiento observado para mayo tiene relación con los pulsos de desove que se dan en primavera y verano, concordando con los datos de AGUIRRE y MENDO (2008) donde se presentan picos de desove en abril para *D. obesulus* y con ARNTZ et al. (1987) para quienes el reclutamiento de *D. peruvianus* (actualmente *D. obesulus*) tiene lugar en los primeros meses del año, antes y después a El Niño 1982.

Los parámetros de crecimiento fueron comparables con los valores obtenidos para la especie más cercana del género *Donax* en condiciones similares de hábitat, lo cual sugiere que el rápido crecimiento de marucha en las playas de bahía Samanco puede estar fuertemente influenciado por la disponibilidad del alimento al incrementarse la productividad de las zonas costeras. Este factor es considerado de mucha importancia para obtener los índices de rendimiento, reportando para el presente estudio, un valor de $\Phi' = 3,10$. Sin embargo los altos valores de mortalidad total $Z = 3,20 \text{ año}^{-1}$, en Bahía Samanco muestran un acelerado proceso de mortalidad en tallas intermedias como se observa en la curva de captura convertida a longitud, resultado muy similar a lo obtenido por AGUIRRE y MENDO (2008) quienes estimaron un valor de $Z = 3,28 \text{ año}^{-1}$ para la especie *D. obesulus* en Sarapampa, Lima, siendo esta última especie no explotada comercialmente en dicha

zona; de igual manera ocurrió para *D. denticulatus* en Venezuela donde reportaron un valor de $Z = 2,93 \text{ año}^{-1}$ (GARCÍA et al. 2003) mientras que RIASCOS y URBAN (2002) reportaron un valor de $Z = 2,605 \text{ año}^{-1}$ para individuos pequeños y $Z = 1,714 \text{ año}^{-1}$ para individuos grandes de *D. dentifer* en el Pacífico colombiano; esto sugiere que en términos generales se ha obtenido altos valores de mortalidad total para especies del mismo género en diferentes zonas geográficas considerando la misma metodología de estimación.

Estimar la mortalidad natural (M) en una población explotada comercialmente es un tanto difícil, pero existen aproximaciones basadas en observaciones empíricas para las poblaciones de invertebrados bentónicos, como es la fórmula de BREY (1995), que relaciona M con la temperatura, edad máxima y el peso máximo observado, que para este estudio arrojó un valor de $M = 1,42$, lo cual difiere con lo reportado en otros estudios para el género *Donax*, debido probablemente al empleo de la fórmula de Pauly que fue diseñada para peces y crustáceos.

La tasa de renovación anual (P/B) de 3,22 es mayor a lo indicado por otros autores en el género *Donax* y de menor valor a lo reportado por GIANUCA (1985) en un estudio realizado al sur de Brasil en la especie *D. hanleyanus*.

Las bajas concentraciones de plancton y riqueza microalgal serían consecuencia de la gran dinámica de las masas de agua que soportan las playas donde ocurre *D. obesulus*, que no permite el mantenimiento de la estructura comunitaria fitoplanctónica. Esto no sería trascendental para la supervivencia y alimentación de la especie en estudio, por cuanto el género *Donax* es mencionado por KOEPCKE y KOEPCKE (1952) como un organismo que se alimenta preferentemente de detritus y plancton, por lo que existe en grandes cantidades formando una capa en la zona de rompiente o muy cerca de ella.

Los bajos valores medios de diversidad (H) encontrados en las playas evaluadas, con registros comprendidos entre 0,04 y 0,48 bits/ind, concuerdan con lo reportado por TARAZONA et al. (1986), para playas expuestas como Las Conchitas que registró un valor medio de 0,69 bits/ind, resultando evidente la baja diversidad en todas las playas arenosas estudiadas.

Valores altos de oxígeno ($>4,29 \text{ mL/L}$) ocurren en áreas de gran exposición y rompiente como son las playas evaluadas, lo que sumado a la granulometría del sedimento, permiten el asentamiento y desarrollo de *Donax obesulus* lo que según SALAS 1987a (en FERNÁNDEZ 2000), favorece la presencia de partículas en suspensión e impide la rápida sedimentación, beneficiando el asentamiento del recurso.

Tabla 13.- Análisis semi-cuantitativo de la comunidad fitoplanctónica en playas evaluadas. 2007-2008

PLAYA	Febrero 2007								Diciembre 2008										
	Vesique			Atahualpa			Anconcillo		Vesique			Atahualpa			Anconcillo				
	T1	T4	T7	T1	T5	T11	T4	T8	1	4	7	1	5	9	1	5	9		
Transepto																			
Volumen (ml/m ³)	1.30	1.30	1.30	1.30	2.70	1.30	2.60	2.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50		
TSM(°C)	23.7	23.7	23.8	23.7	23.9	24.2	24.5	24.6	20.4	20.4	21.0	20.1	20.4	21.0	20.8	21.0	21.2		
CRHYSOPHYTA																			
<i>Dictyocha fibula</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Distephanus crux</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	0	2	2	2		
DIATOMEAS																			
<i>Actinoptychus senarius</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Actinoptychus splendens</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Bacteriastrium elegans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1		
<i>Caliptrella robusta</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1		
<i>Coscinodiscus centralis</i>	0	2	2	2	2	2	4	4	3	3	3	2	1	1	2	1	1		
<i>Coscinodiscus curvatulus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	1	2	2	1	0	0	0		
<i>Chaetoceros brevis</i>	2	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	1	1	0	1	1		
<i>Chaetoceros affinis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	2	1	1	1	1	0		
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	1	1	1	0	1	1	1		
<i>Chaetoceros compresum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		
<i>Chaetoceros decipiens</i>	2	4	4	2	2	2	4	4	2	2	1	1	2	0	1	2	2		
<i>Chaetoceros didymus</i>	0	3	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0		
<i>Chaetoceros sociale</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Cyclotella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0		
<i>Detonula pumila</i>	0	2	2	0	0	0	4	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0		
<i>Ditylum brightwellii</i>	1	2	2	0	0	0	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1		
<i>Gyrosigma hippocampus</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0		
<i>Lithodesmium undulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	0	1	1	1		
<i>Pleurosigma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0		
<i>Grammatophora oceanica</i>	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Grammatophora marina</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Leptocylindrus minimus</i>	2	4	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Pleurosigma angulatum</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Pleurosigma intermedia</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Proboscia alata</i>	0	2	2	1	1	1	0	0	1	0	1	1	2	2	0	0	0		
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	1		
<i>Rhizosolenia calcaravis</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	1	2	2	1	2	1	1	1	1		
<i>Surirella fastuosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Skeletonema costatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		
<i>Thalassiothrix sp.</i>	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
<i>Thalassiosira decipiens</i>	1	1	1	1	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0		
<i>Thalassiosira subtilis</i>	4	4	4	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1	1	1	2	1		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
DINOFLAGELADOS																			
<i>Ceratium breve</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Ceratium buceros</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	1	0	0	0		
<i>Ceratium furca</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1		
<i>Ceratium falcatum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Ceratium trichoceros</i>	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Ceratium dens</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0		
<i>Ceratium macroceros</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Ceratium fusus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	1	0		
<i>Ceratium tripos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	1	1	2		
<i>Gonyaulax sp.</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Protoperdinium aspidium</i>	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Protoperdinium crassipes</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Protoperdinium depresum</i>	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Protoperdinium pentagonum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Protoperdinium punctulatum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Protoperdinium solitarium</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Protoperdinium depresum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	3	2	1	1	2		
<i>Protoperdinium oceanicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0		
<i>Protoperdinium conicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Prorocentrum micans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	3	2	2	1	1	1		
<i>Protoperdinium pellucidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0		
<i>Protoperdinium pentagonum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	1	1	1	0	0	0		
<i>Pyrophacus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
<i>Zygabikodinium lenticulatum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
leyenda																			
Ausente	:0	escaso	:2															Muy abundante	:4
Presente	:1	Abundante	:3																

Tabla 14.- Importancia numérica de la macrofauna bentónica asociada a playas arenosas evaluadas. 2006-2008

FECHA	Jul-06	Feb-07	Ago-07	Jul-08	Dic-08	Total	%
BIVALVOS	66161	903008	62269	66028	3199	1100665	99,56
<i>Donax marincovich</i>	66161	901653	62269	65987	3199	1099269	99,43
<i>Semymitilus algosus</i>		314				314	0,03
Almejita*		3		41		44	0,00
<i>Hiatela solida</i>		1038				1038	0,09
CRUSTACEOS	1059	944	623	307	147	3080	0,28
<i>Areanaeus mexicanus</i>				6		6	0,00
<i>Emerita analoga</i>	1051	928	582	252	145	2958	0,27
<i>Pagurus edwardsii</i>	3	1	38	27	2	71	0,01
<i>Eurypanopeus transversus</i>		3				3	0,00
<i>Lepidopa chilensis</i>			3			3	0,00
<i>Pinnotherelia laevigata</i>		1				1	0,00
<i>Gammarus</i> sp		11		22		33	0,00
<i>Pinnixa transversalis</i>	4					4	0,00
<i>Portunus acuminatus</i>	1					1	0,00
POLIQUETOS	209	289	641	406	112	1657	0,15
<i>Nephtys multicirrata</i>	141	198	551	325	100	1315	0,12
<i>Nereis</i> sp	68					68	0,01
<i>Glycera</i> sp			71	73	4	148	0,01
<i>Lumbrineris</i> sp			5	3	8	16	0,00
<i>Nereis</i> sp			14	5		19	0,00
Poliqueto*		91				91	0,01
PECES	70	16				86	0,01
<i>Atherinella nocturna</i>	70	9				79	0,01
<i>Signathus auliscus</i>		1				1	0,00
<i>Galeichthys peruvianus</i>		3				3	0,00
<i>Mugil cephalus</i>		3				3	0,00
GASTEROPODOS		45				45	0,00
<i>Natica scethra</i>		44				44	0,00
<i>Prisogaster niger</i>		1				1	0,00
EQUINODERMOS		3				3	0,00
<i>Ophiactis</i> sp		3				3	0,00
Total	67499	904305	63533	66741	3458	1105536	100

Tabla 15.- Índices comunitarios en playas arenosas evaluadas. 2006-2008

Fecha	Riqueza N° sp	Abundancia N° ind.	Equidad Pielou's	Diversidad Shannon	Dominancia Simpson
Jul-06	8	67499	0,054	0,162	0,039
Feb-07	18	904305	0,008	0,035	0,006
Ago-07	8	63533	0,057	0,172	0,039
Jul-08	10	66741	0,034	0,113	0,022
Dic-08	6	3458	0,186	0,481	0,142

5. CONCLUSIONES

- *Donax obesulus* en las playas evaluadas de bahía de Samanco presentó un amplio rango de tallas con valores de 6 a 34 mm en las capturas comerciales y de 2 a 34 mm en prospecciones y evaluaciones.
- El peso medio total anual varió de 2,5 a 3 g y estuvo correlacionado positivamente con las variaciones del factor de condición de Fulton (F).
- En las playas evaluadas presentaron altas densidades que variaron de 111 a 3728 ind./m², en relación a otras especies del género.
- Los parámetros de crecimiento estacional estimados para el año 2009 fueron $L_{\infty} = 35,7$ K = 1,00 y $t_0 = -0,30$, registrando además una elevada tasa instantánea de mortalidad total Z = 3,20 y una tasa de renovación anual P/B = 3,22.
- La población en las playas evaluadas se recluta una vez al año con mayor intensidad durante abril y mayo, como consecuencia de los mayores picos de desove registrados en primavera y verano.
- El ecosistema marino de las áreas evaluadas presentó condiciones climáticas cálidas con valores térmicos anuales mayores a 19,0 °C.
- El oxígeno disuelto presentó concentraciones medias anuales mayores a 4,81 mL/L producto de zona de rompiente, con salinidades de 35,061 a 35,198 ups debido al gran proceso de evaporación de áreas someras que se da en la bahía.

6. REFERENCIAS

- ÁLAMO V, VALDIVIESO V. 1987. Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú. Callao. Perú.
- AGUIRRE A, MENDO J. 2008. Crecimiento y producción de *Donax obesulus* Reeve, 1854 (Bivalvia: Donacidae) en playa Sarapampa, Asia, Lima. UNA. Ecología Aplicada, 7(1,2). ISSN 1726-2216.
- ARNTZ W, VALDIVIA E, ZEBALLOS J. 1988. Impact of El Niño 1982-83 on the commercially exploited invertebrates (mariscos) of the Peruvian shore. Meeresforsch.32:3-22. Barber, R.T. y F.P.
- ARNTZ W, BREY E, TARAZONA J, ROBLES J. 1987. Changes in the structure of shallow sandy beach community in Peru during an El Niño event. In A.I.L. Payne, J.A. Gulland & H.K. Brink. (eds.). The Benguela and Comparable Ecosystems. S. Afr. J. Mar. Sci. 5: 645-658
- BAYED A, GUILLOU J. 1985. Contribution à l'étude des populations du genre *Donax*: la population de *D. trunculus* L., (Mollusca, Bivalvia) de Mahdia (Maroc). Ann. Inst. Oceanogr., 61 (2): 139-147.
- BEVERTON R J H. 1963. Maturation, growth and mortality of clupeid and Engraulid stocks in relation to fishing. Rapp. P.-V. Réun. CIEM. 154: 44-67.
- BORDA C, CRUZ R. 2004. Crecimiento y tasas de mortalidad del bivalvo *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) en el Pacífico colombiano. Rev. Invest. Mar. 25(3):177-184.
- BREY T. 1995. Empirische Untersuchungen zur Populationsdynamik makrobenthischer Evertbraten. Habilitation Thesis, University of Bremen, Germany, 161 pp.
- CRISP D.J. 1984. Energy flow measurements. En: Holme, N.A. y McIntyre, A.D. (Eds) Methods for the study of marine bentos. Blackwell Scientific Publications, Oxford, IBT Handbook N° 16: 284-371.
- CHIRICHIGNO N. 1970. Lista de Crustáceos del Perú. Inf. N° 35. Inst. Mar Perú.
- DEFEO O. 1996. Recruitment variability in sandy beach macroinfauna: much to learn yet. Revista Chilena de Historia Natural. 69: 615-630.
- FERNÁNDEZ A. 2000. La coquina (*Donax trunculus*) en la costa Gallega. Centro de Investigaciones Marinas (Ribadeo).
- FROESE R. 2000. Evaluating length-weight relationships. In: Fishbase 2000: Concepts, design and data sources. R. Froese and D. Pauly (eds.). ICLARM. Laguna, Philippines. P. 133.
- GAYANILO FC JR., SPARRE P, PAULY D. 1995. The FiSAT users guide. FAO computerized information series fisheries. 99, ICLARM, DIFMAR, Rome. 265 p.
- GARCÍA N, PRIETO A, ALZOLA R, LODEIROS C. 2003. Crecimiento y distribución de tallas de *Donax denticulatus* (Mollusca: Donacidae) en playa Brava, Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. Revista científica / Universidad del Zulia. 13: 464-470.
- GIANUCA N M. 1985. The ecology of sandy beach in Southern Brazil. DSc Thesis, University of Southamton.
- HERMANN M, CARSTENSEN D, FISCHER S, LAUDIEN J, PENCHASZADEH P E, ARNTZ W. 2009. Population Structure, Growth, and Production of the Wedge Clam *Donax hanleyanus* (Bivalvia: Donacidae) from Northern Argentinean Beaches. Journal of Shellfish Research 28(3):511-526.
- KEEN M. 1971. Sea Shells of Tropical West America. 2da ed. California.
- KOEPCKE H, KOEPCKE M. 1952. Sobre el proceso de transformación de la materia orgánica en las playas arenosas marinas del Perú. Publ. Mus. Hist. Nat. Javier Prado, Lima. Ser. A, N° 8: 1-25.
- MARCANO S, PRIETO A, LÁREZ A, SALAZAR H. 2003. Crecimiento de *Donax denticulatus* (Linné 1758) (Bivalvia. Donacidae) en la ensenada La Guardia, isla de Margarita, Venezuela. Zootecnia tropical. 21(3): 237- 259.
- MOREAU J, BAMBINO C, PAULY D. 1986. Indices of overall fish growth performance of 100 tilapia (Cichlidae) populations, p. 201-206. In J.L. Maclean, L.B. Dizon & L.V. Hosillos (eds.). The first Asian fisheries forum. Asian Fish. Soc. Manila, Philippines
- MUNRO J L, PAULY D. 1983. A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. ICLARM Fishbyte. 1: 5-6.
- PARQUE NACIONAL DOÑANA. 2002. Informe sobre el marisqueo de coquina (*Donax trunculus*).
- PAULY D. 1980. On the interrelationships between natural mortality growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. ICES Journal Marine Science. 39(2): 175-192.
- PAULY D. 1983. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. Part I. ICLARM. Fishbyte 1: 9-13.
- PAULY D, DAVID N. 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequencies data. Meeresforsch. 28: 205- 211.
- SALAS C. 1987. Ecología de los Donacidae (Mollusca, Bivalvia) de la bahía de Málaga (SE de España). Inv. Pesq., 51 (1): 67-77.
- RIASCOS J M, URBAN H J. 2002. Dinámica poblacional de *Donax dentifer* (Veneroidea: Donacidae) en Bahía Málaga, Pacífico Colombiano durante el fenómeno El Niño 1997/1998. Revista de Biología Tropical. 50(3/4): 1113-1123.
- TALLEDO C, ISHIYAMA V, TARAZONA J. 1987. Reproducción de *Donax peruvianus*, Deshayes 1885 en el área de Caleta San José y Playa Naylamp, Lambayeque. Biota, 93:4-16.
- TARAZONA J, PAREDES C, IGREDA M. 1986. Estructura del macrobentos en las playas arenosas de la zona de Lima, Perú. Revista de Ciencias U.N.M.S.M., Vol. 74, N° 1. 103-116 pp.
- TAYLOR C C. 1962. Growth equation with metabolic parameters. J. Cons. CIEM. 27: 270-86.
- VÉLEZ A, VENABLES BJ. 1981. Estructura y producción de una población de la almeja *Donax denticulatus*. VII Simp. Latinoam. Oceanogr. Biol. 15 al 19 de Noviembre. Acapulco, Guerrero, México, 120 (Resumen).