

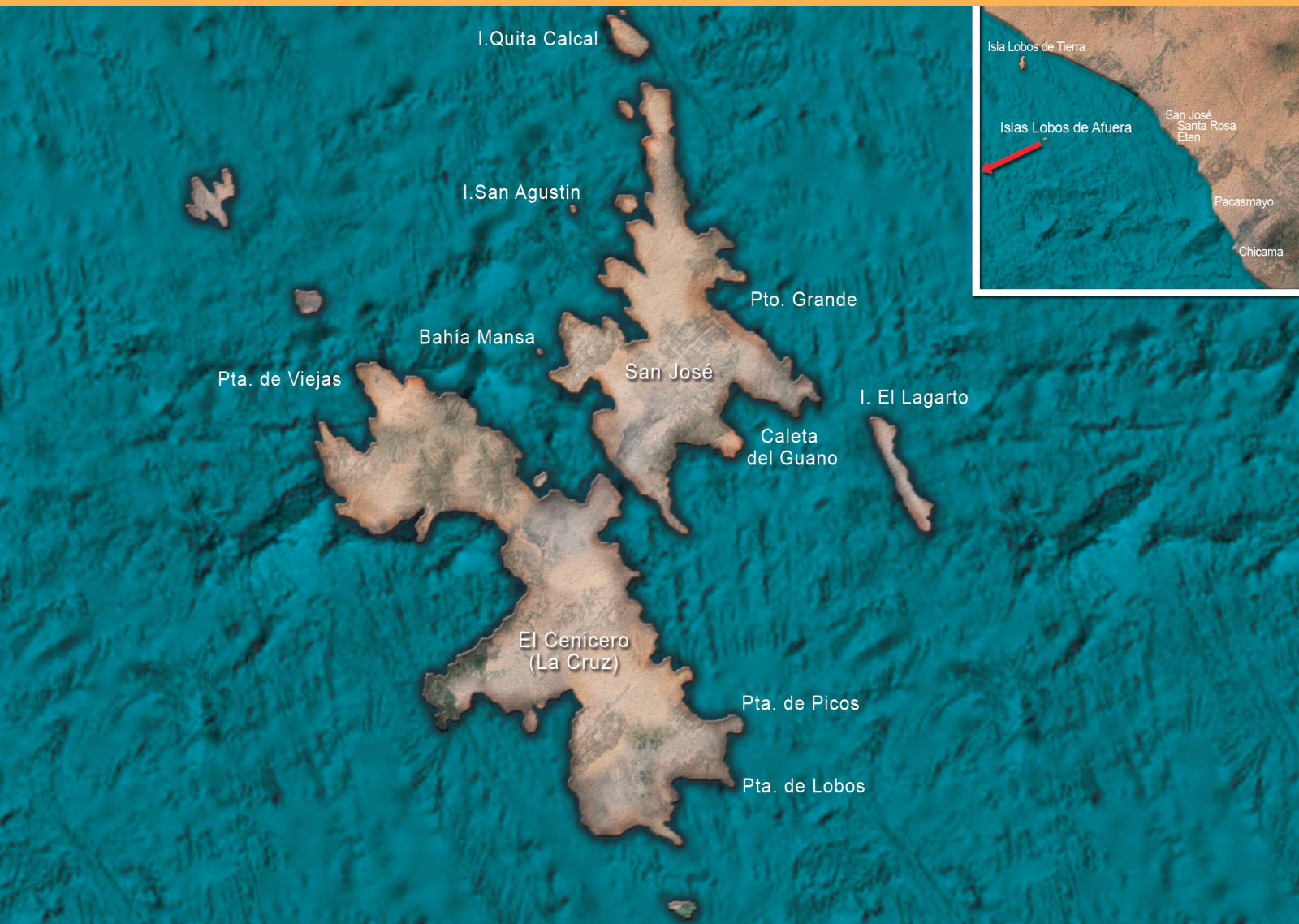


INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 42, Número 3



Julio-Setiembre 2015
Callao, Perú

EVALUACIÓN POBLACIONAL DE CONCHA DE ABANICO *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) EN LA ISLA LOBOS DE TIERRA, 2010

POPULATION ASSESSMENT OF SCALLOP *Argopecten purpuratus* (LAMARCK, 1819) IN THE LOBOS DE TIERRA ISLAND, 2010

Jaime De la Cruz Paquita Ramírez Javier Castro Jorge Llanos

RESUMEN

DE LA CRUZ J, RAMÍREZ P, CASTRO J, LLANOS J. 2015. *Evaluación poblacional de concha de abanico* *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) en la isla Lobos de Tierra, 2010. *Inf Inst Mar Perú*. 42(3): 307-320.- Entre el 14 y 23 de diciembre 2010, se efectuó la evaluación poblacional de la concha de abanico en la isla Lobos de Tierra, su distribución se registró entre 6°21'12,6"S y 6°24'12,6"S, (noreste de Cabo Cruz y sur de Juanchuquita) y entre 6°26'38,8"S y 6°27'18,4"S (sur de Roca Blanca y norte de El Ñopo) a profundidades de 14,3 a 26,3 m. La altura valvar varió entre 7 y 107 mm. El rango más amplio de tallas y la mayor talla media (69,9 mm), se presentó en el estrato III. Predominaron los ejemplares desovados (37,50%) y desovantes (28,41%). Las densidades fluctuaron entre 1 y 77 ejem.m², predominando el rango entre 1 a 10 ind.m². La biomasa total fue estimada en 4962,716 t y la población en 87,61 millones de individuos El stock de juveniles (≤25 mm) fue de 0,18 millones de ejemplares y 0,012 t. El stock explotable (≥65 mm) estuvo constituido por 53,81 millones de individuos (61,42%) y 3.725,81 t (75,08%) de la biomasa. Se observó alta mortandad de individuos entre 14 y 77 mm de altura valvar, distribuidos en áreas con niveles de oxígeno menores a 0,1 mL/L, que coincidieron con sustratos reducidos localizados frente a La Grama. PALABRAS CLAVE: *Argopecten purpuratus*, evaluación, isla Lobos de Tierra

ABSTRACT

DE LA CRUZ J, RAMÍREZ P, CASTRO J, LLANOS J. 2015. *Population assessment of scallop* *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) in the Lobos de Tierra Island, 2010. *Inf Inst Mar Peru*. 42(3): 307-320.- In the Lobos de Tierra Island population assessment scallop was realized between 14 and 23th December 2010. It was distributed between 6°21'12,6"S and 6°24'12,6"S, (Northeast of Cabo Cruz and southern Juanchuquita) and between 6°26'38,8"S and 6°27'18,4"S (southern of Roca Blanca and northern of El Ñopo) at depths of 14.3 m to 26.3 m. The height ranged from 7 to 107 mm. The larger size range and higher average length (69.9 mm), was presented in stratum III. Spawned predominated (37.50%) and spawning (28.41%) specimens. The densities ranged between 1 and 77 ejem.m², dominating the range 1-10 ind.m². The total biomass was estimated at 4962.716 t, population of 87.61 million individuals. The stock of juvenile (≤25 mm) was 0.18 million and 0.012 t. The exploitable stock (≥65 mm) consisted of 53,810,000 individuals (61.42%) and 3,725.81 t (75.08%) of biomass. High mortality of individuals between 14 and 77 mm in height distributed in areas with lower levels of oxygen at 0.1 mL/L, which coincided with reduced substrates located opposite La Grama was observed. KEYWORDS: *Argopecten purpuratus*, evaluation, Lobos de Tierra Island

1. INTRODUCCIÓN

La isla Lobos de Tierra es un banco natural de concha de abanico importante en el país, no solo por su extensión sino por la variedad de recursos, los que tienen alto valor económico, propiciando por ello una fuerte actividad extractiva.

Los resultados poblacionales estimados durante noviembre del 2009 fueron los más altos encontrados desde 1995, atribuibles a la poca o nula actividad extractiva en el banco natural desde junio 2008, además de estar relacionados con el periodo de máxima actividad reproductiva de la especie, que se evidenció con el gran reclutamiento producido en ese periodo. Al igual que en evaluaciones anteriores, la falta de información sobre la extracción de la que es objeto el banco natural, dificulta de alguna manera un ade-

cuado análisis de la incidencia de este factor en la evolución de la población de concha de abanico en la mencionada isla.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La evaluación se efectuó del 14 al 23 de diciembre 2010, a bordo de la embarcación Señor de Sipán de IMARPE-Santa Rosa, provista de una compresora portátil de baja presión Thomas TG-275HCO y accesorios de buceo.

Las 76 estaciones biológicas (Fig. 1) estuvieron distribuidas en tres estratos de profundidad: II (5 - 10 m), III (10 - 20 m) y IV (20 - 30 m). Para la ubicación de las estaciones y determinación de la profundidad se empleó un GPS Map 178C Sounder Garmin, con coordenadas geográficas referidas al DATUM WGS 84.

La determinación de las densidades y biomásas medias por estratos de profundidad se estimaron de acuerdo a BAZIGOS (1980) en MENDO et al. (1987). Los datos se procesaron en el software Excel para la estimación de la población y biomasa. Las cartas de distribución y concentración se georeferenciaron con la versión 9.0 de Surfer.

La colección de muestras de concha de abanico y su fauna acompañante fue realizada mediante un muestreo al azar estratificado, utilizando la metodología establecida por SAMAMÉ et al. (1985) y continuada por otros investigadores en el periodo 1986-2005.

Adicionalmente, se establecieron 20 estaciones oceanográficas (Fig. 1), en las cuales se registraron datos de temperatura del mar en superficie y a un metro del fondo, mediante el uso de termómetros de superficie e inversión, respectivamente. Para clorofila se colectó agua superficial, mientras que para los otros parámetros (oxígeno disuelto, salinidad, nutrientes y pH), se colectaron muestras en superficie y fondo, en este último con una botella Niskin de 5 L de capacidad.

Además, se realizaron arrastres verticales con una red estándar de 20 m de abertura de malla para la obtención del volumen de plancton e identificación de especies.

Para la medición de corrientes en superficie y cerca del fondo, se emplearon boyas a la deriva.

El oxígeno disuelto se analizó in situ mediante el método de titulación de WINKLER, modificado por CARRIT Y CARPENTER (1966), la salinidad se analizó con un salinómetro Portasal Guildline, mientras que los nutrientes se congelaron y analizaron mediante el método espectrofotométrico de acuerdo a STRICKLAND Y PARSONS (1968).

Las muestras de agua para clorofila fueron filtradas y preservadas con carbonato de magnesio y las determinaciones se realizaron mediante el método espectrofotométrico de acuerdo a STRICKLAND Y PARSONS (1968).

El pH fue medido in situ mediante el uso de un potenciómetro portátil marca Hanna modelo HI 8424.

3. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Estructura de tallas

La estructura de tallas para el total del área evaluada estuvo comprendida entre 7 y 107 mm de altura valvar, con media en 67,5 mm, y moda principal 66 mm; por estrato de profundidad, el rango mas amplio de tallas se presentó en el estrato III, en el que además se encontró la mayor talla media (69,9 mm) (Tabla 1).

En esta evaluación se observó que la mayor parte de la población estuvo representada por individuos adultos con tallas entre 58 y 76 mm de altura valvar, pero también se evidenció presencia de individuos juveniles, aunque en cantidades mínimas (Fig. 2).

Madurez gonadal

El análisis de los estadios de madurez gonadal mostró predominio de ejemplares desovados (37,50%) y desovantes (28,41%), siendo el estadio inmaduro el menos representado (0,19%) (Fig. 3).

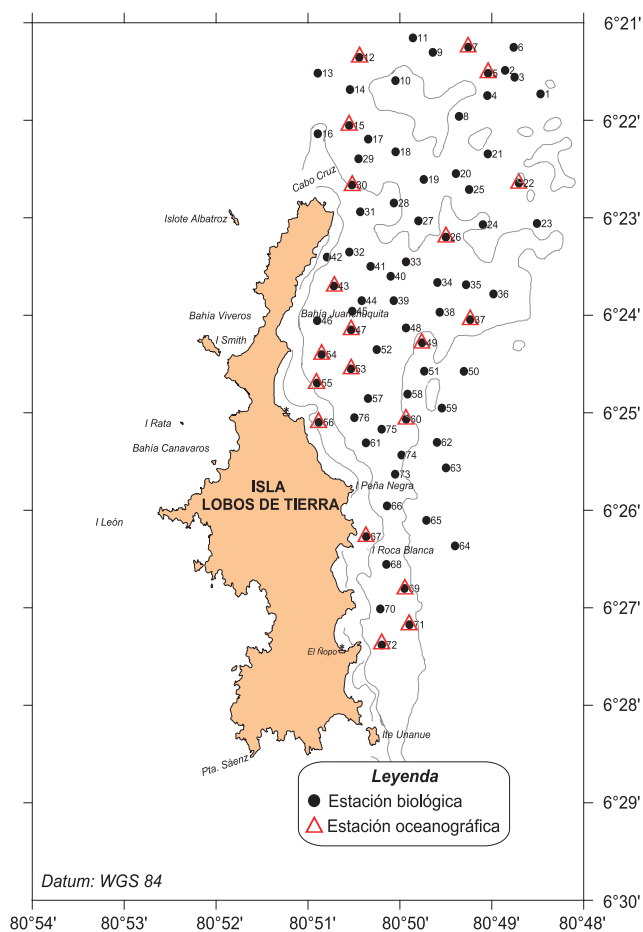


Figura 1.- Estaciones biológicas y oceanográficas. Evaluación de concha de abanico. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

Tabla 1.- Tallas de *A. purpuratus* por estratos de profundidad y total. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

Estrato	II	III	IV	Total
Profundidad	6-10 m	11-20 m	>20 m	
N° datos		546	444	990
Talla mínima (mm)		7,0	7,0	7,0
T. media (mm)		69,9	64,6	67,5
T. máxima (mm)		107,0	81,0	107,0

Relaciones biométricas

Los resultados de las relaciones biométricas se presentan en la Tabla 2, Fig. 4.

Las relaciones entre la altura valvar vs peso total y peso del cuerpo fueron isométricas, presentando una buena correlación (0,95 y 0,94 respectivamente). Asimismo, las relaciones entre el peso total vs peso de gónada y peso del cuerpo fueron lineales (Tabla 2).

Tabla 2.- Ecuaciones de regresión de las relaciones biométricas de *A. purpuratus*. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

Relación	Ecuación	r ²
Altura-Peso total	$Y = 0,0001 X^{3,1492}$	0,9545
Altura-Peso del cuerpo	$Y = 0,00002 X^{3,2366}$	0,9437
Peso total-Peso músculo	$Y = 0,086 X - 0,8279$	0,8668
Peso total- Peso gónada	$Y = 0,0265 X - 0,2288$	0,8075

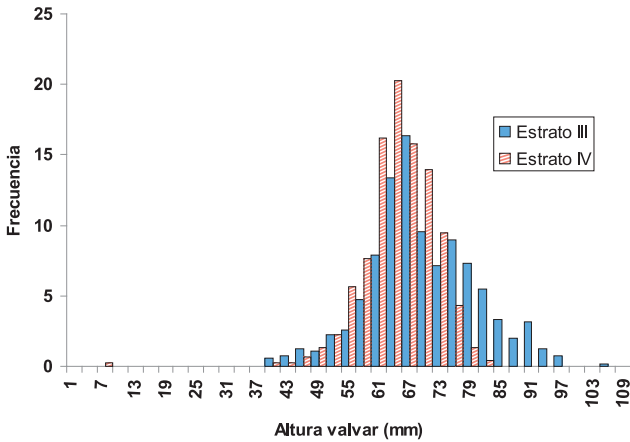


Figura 2.- Tallas de *A. purpuratus* por estratos de profundidad. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

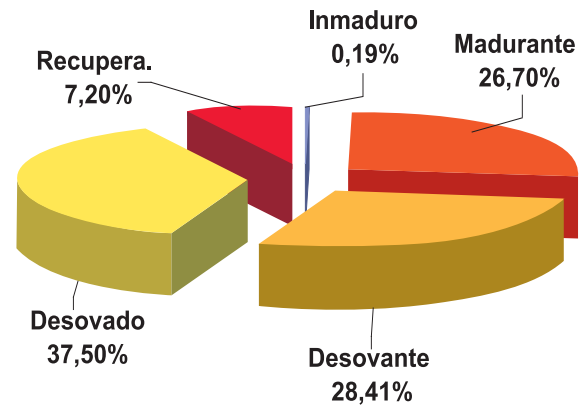


Figura 3.- Porcentaje de estadios de madurez gonadal de *A. purpuratus*. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

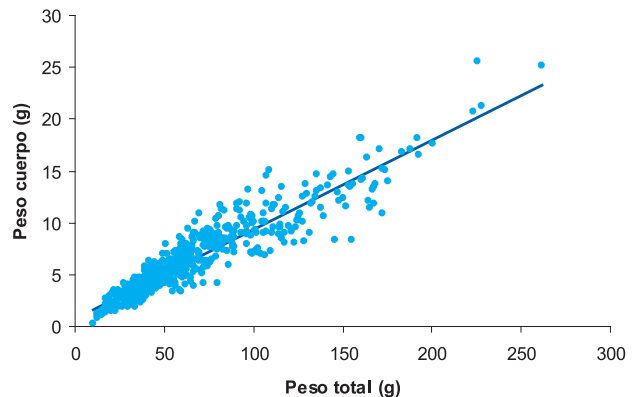
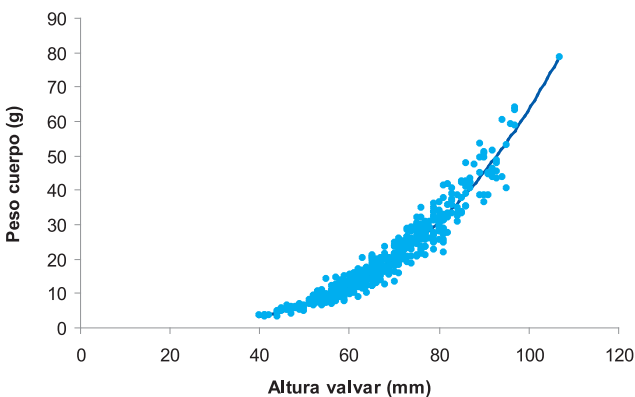
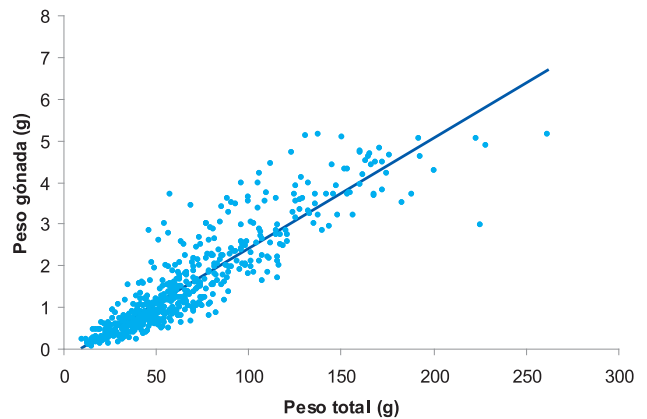
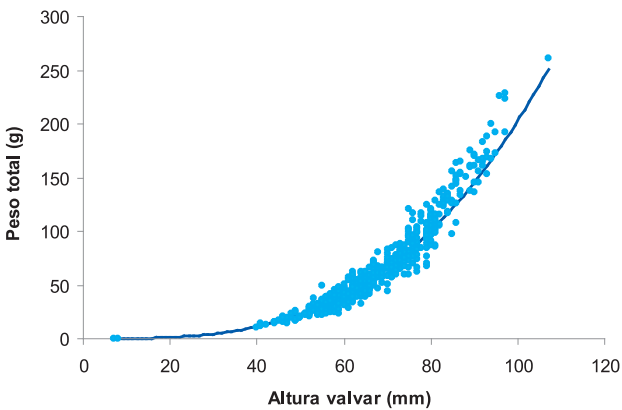


Figura 4.- Relaciones biométricas de *A. purpuratus*. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

Distribución y concentración

El recurso se encontró distribuido en dos zonas: entre 6°21'12,6"S y 6°24'12,6"S (noreste de Cabo Cruz y sur de Juanchuquita) y entre 6°26'38,8"S y 6°27'18,4"S (sur de Roca Blanca y norte de El Ñopo) a profundidades que variaron entre 14,3 y 26,3 m (Fig. 5).

Las densidades fluctuaron entre 1 y 77 ind.m⁻², predominando el rango entre 1 a 10 ind.m⁻². Las mayores concentraciones del recurso se ubicaron al noreste y Este de Cabo Cruz, observándose también cuatro pequeños parches aislados con estas mismas concentraciones, dos de los cuales se localizaron entre Roca Blanca y El Ñopo, ubicados dentro de la isobata de 20 m.

Densidad y biomasa media

La densidad media estratificada del recurso fue 5,36 ind.m⁻² y la biomasa media estratificada 303,96 g.m⁻². Por estratos, la mayor densidad media se registró en el estrato IV (5,81 ind.m⁻²) y la mayor biomasa media se encontró en el estrato III (319,22 g.m⁻²). La densidad total fue mayor en el estrato IV con 47,77 millones de ejemplares (Tabla 3).

Población y biomasa

La biomasa total de concha de abanico fue estimada en 4.962,716 t y la población en 87,606 millones de individuos (Tabla 4, Fig. 6). El stock de juveniles (≤25 mm) fue de 0,18 millones de ejemplares (0,21% de la población) y 0,012 t (0,00024% de la biomasa). El stock explotable (>65 mm) estuvo constituido por 53,81 millones de individuos (61,42%) y 3.725,81 t (75,08%) de biomasa.

Fauna acompañante

Estuvo constituida por nueve grupos taxonómicos, predominando moluscos (38,81%), poliquetos (34,45%) y crustáceos (22,39%); el grupo "otros" (nematodos, cefalocordados y urocordados) fueron los menos representados, se registró presencia de poríferos y cnidarios. Las especies con mayor incidencia porcentual fueron *Diopatra chiliensis* (25,63%), *Bursa ventricosa* (10,11%) y *Transennella pannosa* (9,88%) (Tabla 5, Fig. 7).

En las zonas con predominancia de sedimentos fangosos con tubos de poliquetos y conchuela se observó a poliquetos *Diopatra chiliensis* y de la familia Sabellidae, crustáceos *Eurypanopeus transversus* y *Pinnixa transversalis* como los de mayor frecuencia; en fondos de arena las especies que predominaron fueron *Diopatra chiliensis*, *Transennella pannosa*, *Bursa ventricosa*, *Solenosteira fusiformis* y *Hepatus chiliensis*.

Tabla 3.- Valores de densidad y biomasa media de *A. purpuratus* por estratos de profundidad. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

Estrato	II (6-10 m)	III (11-20 m)	IV (>20 m)
Densidad (N°.m ⁻²)		4,97	5,81
Biomasa (g.m ⁻²)		319,22	292,78
Densidad/estrato (N°)		39.836.743	47.769.255
Biomasa/estrato (kg)		2.557.945	2.404.771
Densidad media estratificada (N°.m ⁻²)		5,36	
Biomasa media estratificada (g.m ⁻²)		303,96	
Densidad total (N°)		87.605.998 (±38,82%)	
Biomasa total (kg)		4.962.716 (±38,40%)	

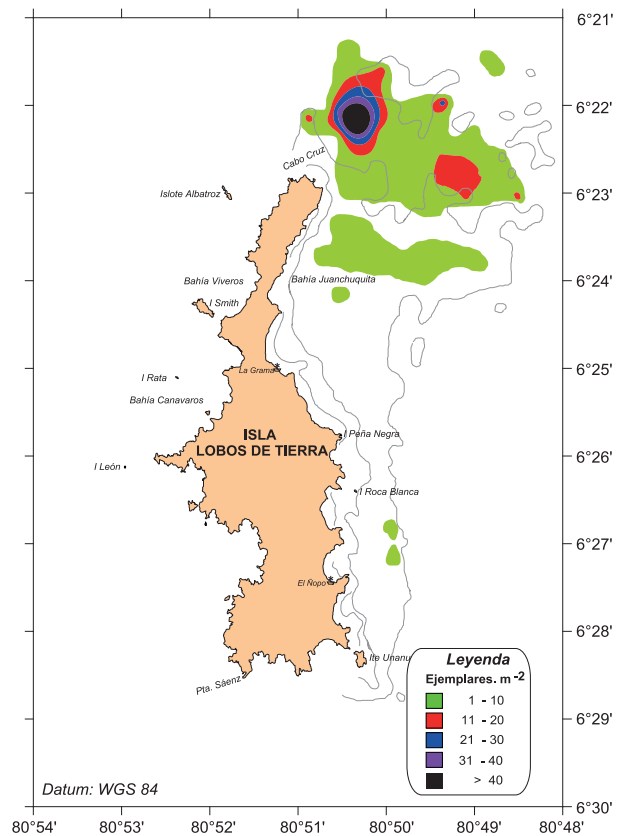


Figura 5.- Distribución y concentración de *A. purpuratus*. Evaluación poblacional. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

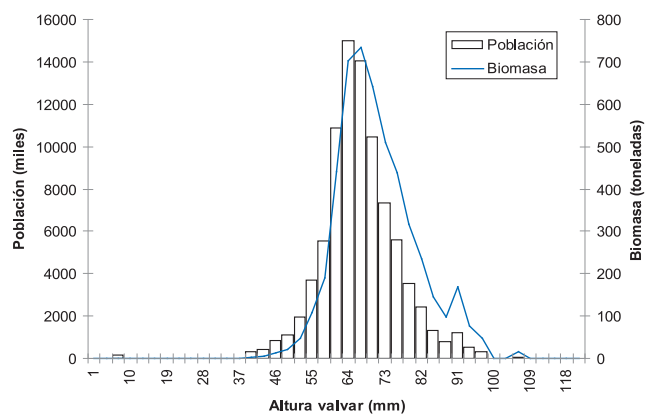


Figura 6.- Estructura de tallas de *A. purpuratus* ponderadas a población y biomasa. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

Tabla 4.- Talla y peso de *A. purpuratus*. Evaluación poblacional. I. Lobos de Tierra. Diciembre 2010

Altura valvar (mm)	Población (miles)	Biomasa (toneladas)
7	180,5	0,012
40	326,5	3,657
43	399,4	5,293
46	833,5	13,781
49	1083,3	21,970
52	1951,4	47,760
55	3711,2	109,098
58	5555	109,602
61	10883,7	441,584
64	15009,1	701,397
67	14024,7	732,795
70	10464,5	640,342
73	7364,2	510,321
76	5619,3	439,246
79	3564	316,144
82	2404	234,720
85	1313,3	144,484
88	802,6	97,875
91	1240,3	169,924
94	510,7	76,820
97	291,8	48,301
106	73	16,591
Total	87.606	4.962,716
≤25 mm	180,5 (0,21%)	0,012 (0,00024%)

Tabla 5.- Fauna bentónica acompañante de *A. purpuratus* en la isla Lobos de Tierra, diciembre 2010

TAXON	ABUNDANCIA	%
MOLLUSCA		38,81
<i>Anadara formosa</i>	1	0,06
<i>Bursa ventricosa</i>	181	10,11
<i>Cardita laticostata</i>	14	0,78
<i>Chione peruviana</i>	20	1,12
<i>Chitón granosus</i>	26	1,45
<i>Conus patricius</i>	2	0,11
<i>Crepidula acuelata</i>	1	0,06
<i>Crucibulum scutellatum</i>	14	0,78
<i>Cymatium wiegmanni</i>	2	0,11
<i>Fissurella</i> sp.	2	0,11
<i>Glycymeris delessertii</i>	1	0,06
<i>Mitra inca</i>	3	0,17
<i>Mitrella unifasciata</i>	5	0,28
<i>Mulinia</i> sp.	3	0,17
<i>Nassarius gayi</i>	27	1,51
<i>Natica chemnitzii</i>	1	0,06
<i>Polinices uber</i>	3	0,17
<i>Prunum curtum</i>	20	1,12
<i>Semele corrugata</i>	11	0,61
<i>Sinum cymba</i>	4	0,22
<i>Solenosteira fusiformis</i>	157	8,77
<i>Stramonita chocolata</i>	5	0,28
<i>Tegula atra</i>	1	0,06
<i>Transennella pannosa</i>	177	9,88
<i>Trigonostoma tuberculosum</i>	6	0,34
Veneridae	1	0,06
<i>Xanthochorus buxea</i>	7	0,39
CRUSTACEA		22,39
<i>Alpheus inca</i>	2	0,11
<i>Austromegabalanus psittacus</i>	1	0,06
<i>Cancer porteri</i>	38	2,12
<i>Cycloanthops sexdecimdentatus</i>	54	3,02
<i>Eurypanopeus transversus</i>	83	4,63
<i>Hepatus chiliensis</i>	113	6,31
<i>Hypoconcha panamensis</i>	1	0,06
Majidae	1	0,06
<i>Microphrys platysoma</i>	2	0,11
<i>Pagurus</i> sp.	22	1,23
<i>Parthenope exilipes</i>	1	0,06
<i>Petrolisthes mitra</i>	1	0,06
<i>Pinnixa transversalis</i>	55	3,07
<i>Platyxanthus cokeri</i>	3	0,17
<i>Sicyonia affinis</i>	1	0,06
<i>Squilla panamensis</i>	23	1,28
POLYCHAETA		34,45
<i>Chaetopterus</i> sp.	1	0,06
<i>Diopatra rhizoicola</i>	459	25,63
<i>Glycera americana</i>	4	0,22
Maldanidae	3	0,17
Sabellidae	150	8,38
ECHINODERMATA		4,02
<i>Arbacia incisa</i>	10	0,56
<i>Arbacia spatuligera</i>	22	1,23
<i>Neothyone gibber</i>	40	2,23
NEMERTEA		0,06
Nemertinea I	1	0,06
UROCHORDATA		0,11
Asciidae	2	0,11
CEPHALOCHORDATA		0,17
<i>Branchiostoma</i> sp.	3	0,17
CNIDARIA		*
PORIFERA		*
TOTAL	1791	100

* Presencia

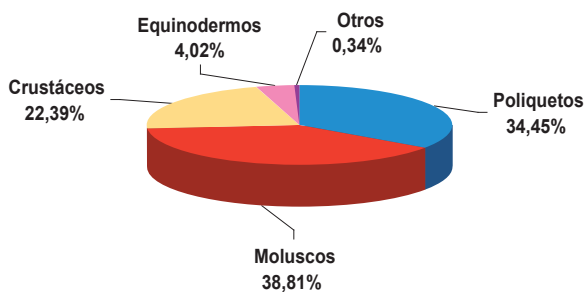


Figura 7.- Porcentaje de fauna acompañante de *A. purpuratus*. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

VARIABLES OCEANOGRÁFICAS

Temperatura

La temperatura superficial del mar en el área del banco natural de concha de abanico, presentó distribución irregular con valores más altos al norte de La Grama (cerca de la isla), presentando proyecciones de la isoterma de 18 °C hacia el noreste y sureste de la isla, situación condicionada por el desplazamiento superficial de masas de agua de distintas temperaturas que ingresan por el sur y noroeste hacia el área del banco natural, las cuales estarían generando giros y vórtices superficiales (Fig. 8a). La temperatura fluctuó entre 16,8 y 18,6 °C.

A nivel subsuperficial la temperatura varió entre 13,9 y 18,0 °C, destacando claramente la distribución de las isotermas de 14, 15 y 16 °C en forma paralela al margen oriental de la isla (Fig. 8b). El gradiente térmico en este nivel estuvo relacionado con la profundidad, encontrándose las temperaturas más bajas a mayor profundidad, mientras que las mayores temperaturas se encontraron al igual que en la superficie, al norte de La Grama en las áreas más someras.

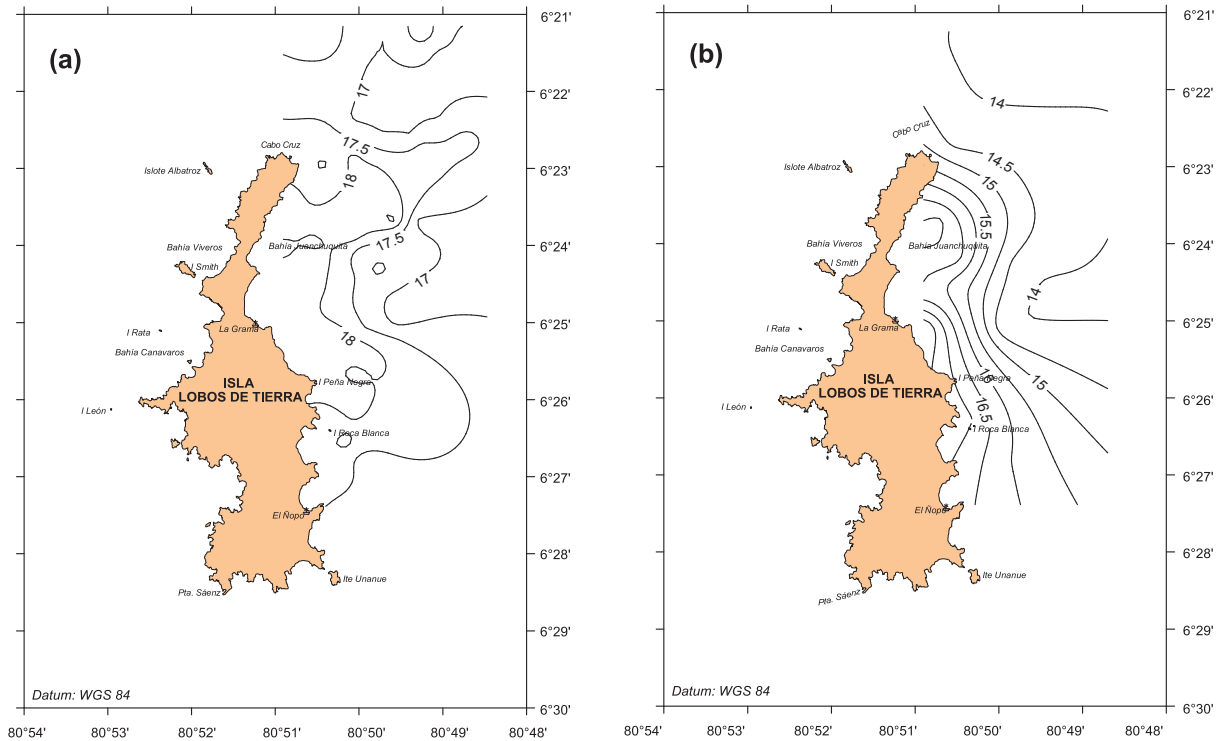


Figura 8.- Temperaturas (°C): (a) superficie, (b) fondo. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

En forma general, la TSM estuvo por debajo de lo esperado para la estación, alcanzando en promedio 17,6 °C, representó anomalía negativa de -1,1 °C con respecto a la temperatura patrón para el área, concordante con el proceso frío del evento La Niña que se desarrolló en el Pacífico oriental.

Oxígeno disuelto

En la superficie la concentración de oxígeno presentó un amplio gradiente de sur a norte, variando estas concentraciones entre 3,5 y 6,0 mL/L. Las menores concentraciones entre 3,5 y 4,0 mL/L, relacionadas a las Aguas Costeras Frías y de afloramiento predominaron hasta la bahía Juanchuquita. Valores superiores a 5 mL/L, relacionados aparentemente a aguas de mezcla (ASS+ACF), se encontraron en la parte norte de la zona evaluada (Fig. 9a).

Al igual que la temperatura, el oxígeno disuelto cerca del fondo presentó una estrecha relación con la profundidad, encontrándose las menores concentraciones en las áreas más profundas, incluso con presencia de zonas anóxicas, las que estuvieron restringidas a las áreas más profundas frente a La Grama, la cual estuvo también relacionada a fondos cubiertos de sedimentos sulfurosos (Fig. 9b).

Transparencia

La transparencia del agua de mar registró valores entre 2,5 y 5,0 m (Fig. 10).

Caracterización y estado del sustrato

El sustrato presentó características mixtas, similares a las reportadas en evaluaciones anteriores (octubre 2008 y noviembre 2009), con núcleos constituidos por conchuela y tubos de poliquetos alrededor de un área cubierta de sedimentos finos tipo fango, todo esto sobre sedimento del tipo arenoso constituido por arena fina y media en la mayor parte del área evaluada. En el extremo norte del banco natural se encontró extensas áreas constituidas por arena fina y fango (Fig. 11a).

En cuanto al estado del sedimento, se encontró extensas áreas cubiertas de sedimentos reducidos y semireducidos, abarcando desde Peña Negra hasta la bahía Juanchuquita y extendiéndose hacia el Este (Fig. 11b), relacionadas principalmente a sedimentos del tipo fangoso, valores de oxígeno disuelto menores a 0,1 mL/L y a áreas anóxicas.

Circulación marina

En superficie, los flujos se presentaron en la mayor parte del área con dirección hacia el noroeste, influenciados por los vientos alisios del SE, mientras que al norte de los 6°23'S los vectores de circulación se dirigieron hacia el noreste coincidiendo con lo observado a nivel subsuperficial, lo cual indicó proyección de masas de agua desde el oeste hacia la costa (Fig. 12a).

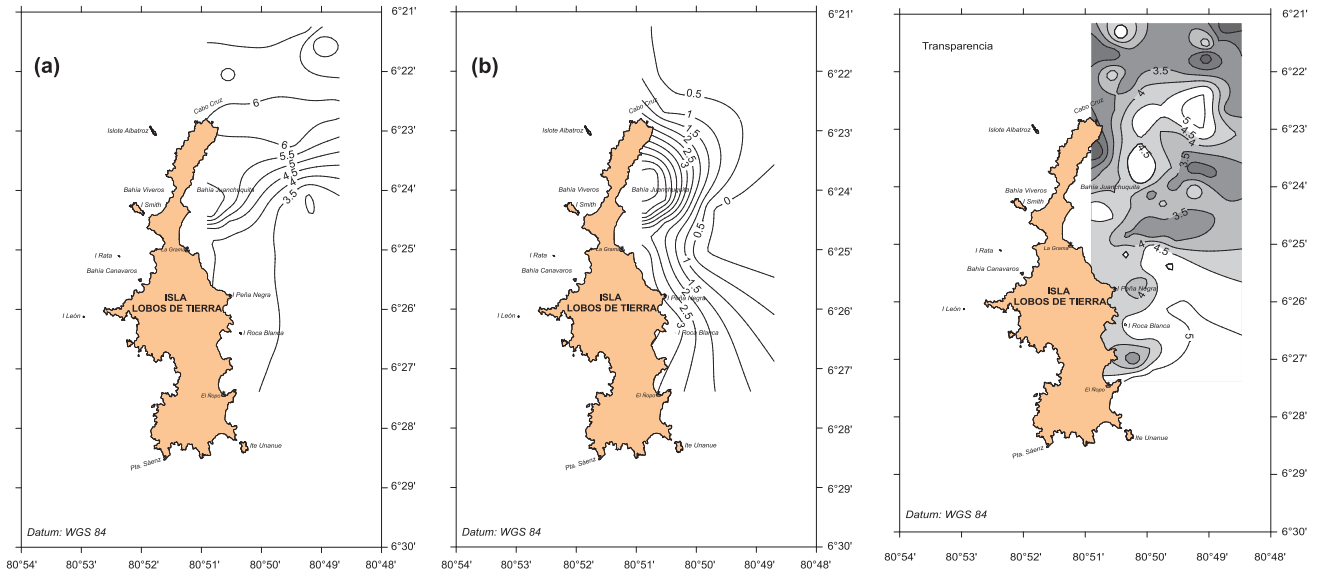


Figura 9.- Oxígeno disuelto (mL/L): (a) superficie, (b) fondo. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

Figura 10.- Transparencia del agua de mar (m). I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

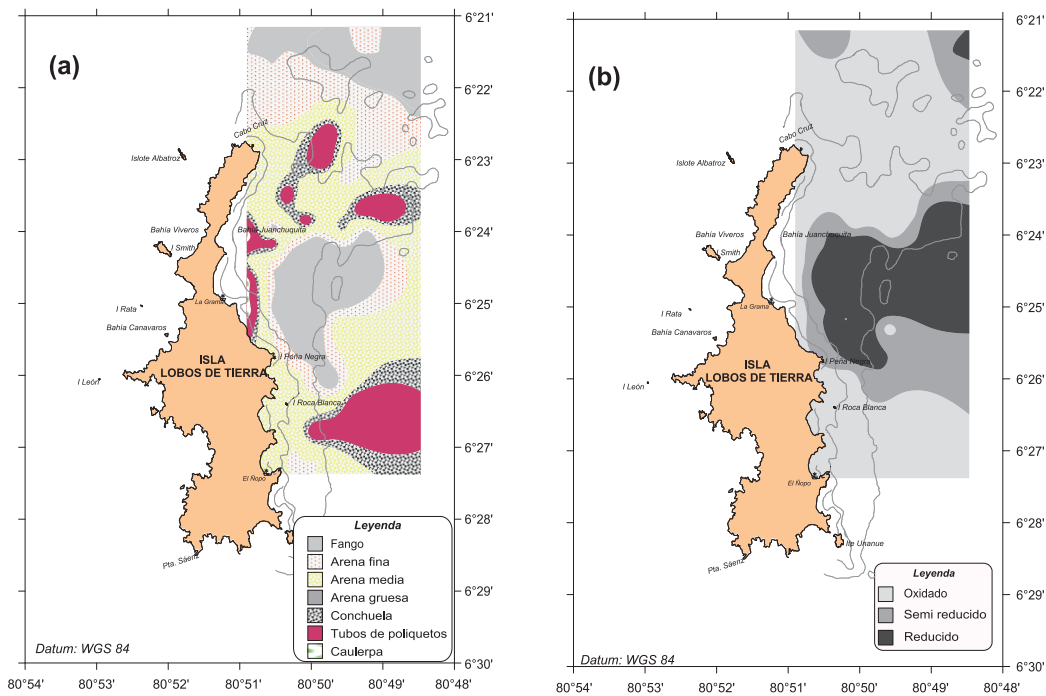


Figura 11.- Caracterización textural (a) y estado de salud (b) del sustrato en el banco natural de *A. purpuratus*. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

La circulación subsuperficial en la parte sur del banco presentó flujos predominantes hacia el noroeste, a excepción del área ubicada al extremo norte de Juanchuquita, donde se presentó un comportamiento de vórtice antihorario. Al norte, los flujos subsuperficiales se presentaron con dirección hacia el noreste, indicando ingreso de aguas desde el oeste (Fig. 12b).

Potencial de iones hidronio (pH) en el agua

En superficie los valores más altos de pH estuvieron relacionados con aguas de mezcla, más oxigenadas

en el extremo norte del área evaluada y cerca a la isla frente a la bahía Juanchuquita (Fig. 13a).

En fondo, el pH varió entre 7,7 y 8,0 valores moderadamente alcalinos y los menores valores se encontraron relacionados a fondos reducidos, con aguas anóxicas de olor sulfuroso como resultado de la putrefacción de materia orgánica precipitada. Se registró valores relativamente altos, cerca a la isla en fondos poco profundos y oxigenados y, en áreas más profundas al norte del área evaluada.

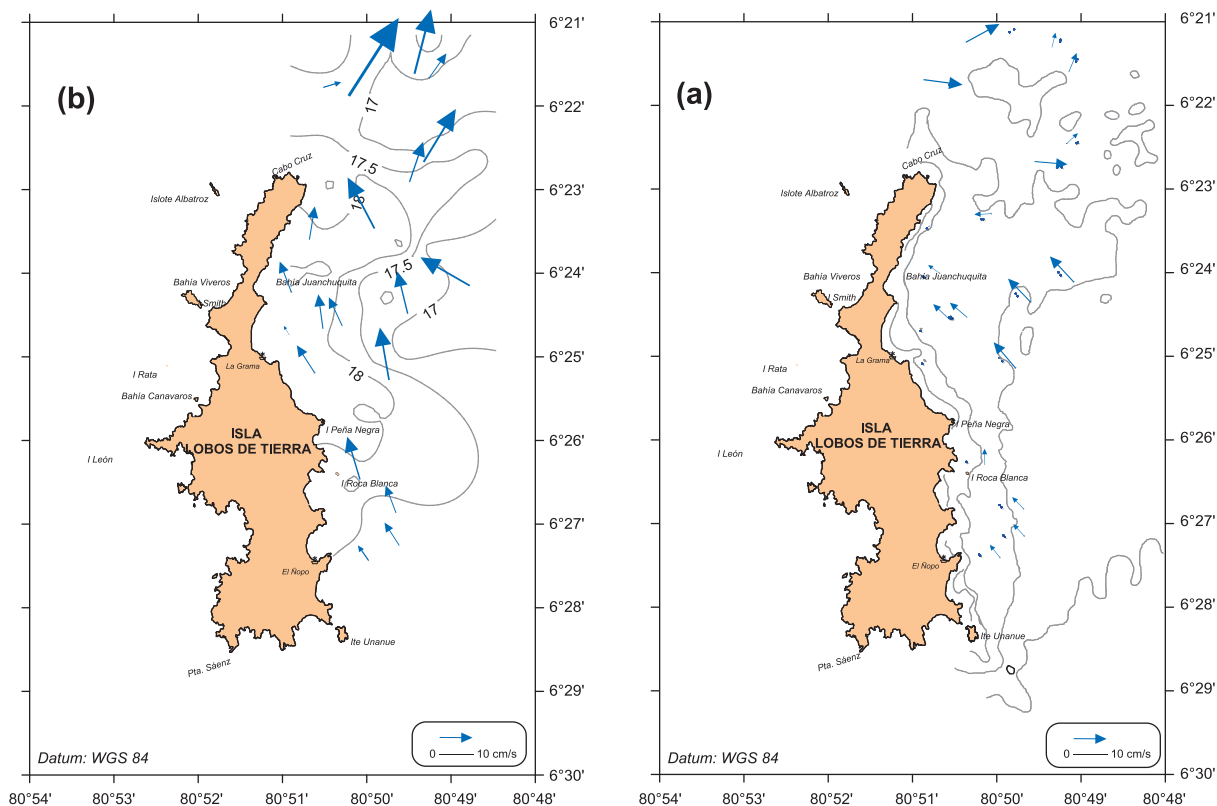


Figura 12.- Circulación marina ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$) en superficie (a) y fondo (b). I. Lobos de Tierra. Diciembre 2010

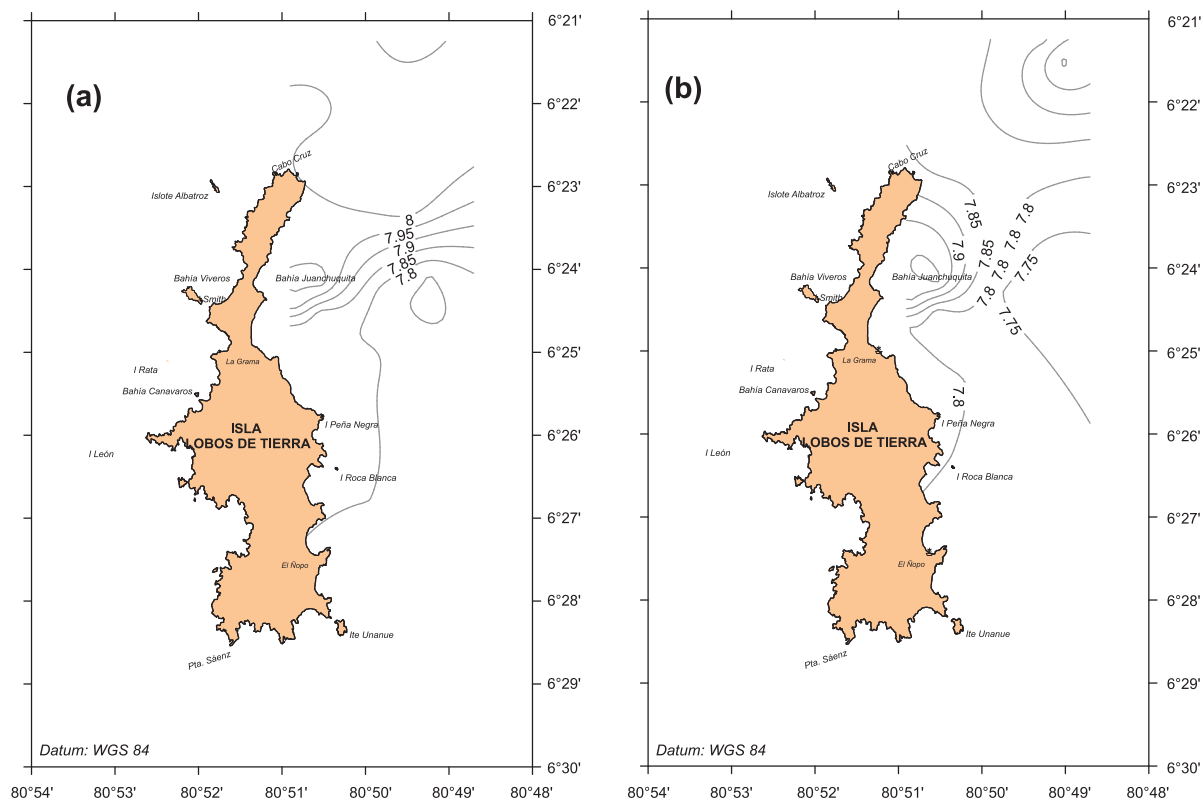


Figura 13.- Potencial de iones hidronio (pH) en el agua: en superficie (a) y fondo (b). I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

Materia Orgánica

Varió entre 2,12 y 5,12%, encontrándose las mayores concentraciones al sur de Peña Negra y norte de Juanchuquita, las cuales estuvieron relacionadas a zonas donde se observó menor circulación, lo que habría propiciado la precipitación de material particulado fino sobre áreas donde se encontró abundancia de habitáculos de poliquetos (Fig. 14).

Distribución de nutrientes

Fosfatos

La concentración de fosfatos en superficie fluctuó entre 1,26 y 5,39 μM , encontrándose los mayores valores cercanos a la isla entre La Grama y sur de Roca Blanca (Fig. 15a).

En el fondo estos valores variaron entre 1,68 y 5,66 μM y al igual que en superficie las mayores concentraciones se situaron entre La Grama y sur de Roca Blanca, además de otro pequeño núcleo ubicado en el extremo noreste del banco natural (Fig. 15b).

Silicatos

En superficie presentaron valores entre 4,46 y 47,76 μM y la distribución de su concentración fue similar a la de los fosfatos, tanto en superficie como fondo (Fig. 16a). En fondo estos valores variaron entre 6,38 y 51,14 μM (Fig. 16b).

Nitratos

En la superficie fluctuaron entre 0,41 y 10,19 μM . Las mayores concentraciones fueron encontradas, a diferencia de los fosfatos y silicatos, en el norte del área estudiada (Fig. 17a).

Cerca al fondo estos valores estuvieron comprendidos entre 0,46 y 14,62 μM (Fig. 17b), presentando distribución similar a los nitratos en superficie.

Nitritos

A nivel superficial presentaron valores entre 0,01 y 0,92 μM , y la distribución de su concentración fue particularmente diferente a la de los fosfatos, silicatos y nitratos (Fig. 18a).

En el fondo los valores fluctuaron entre 0,03 y 1,78 μM . Las mayores concentraciones de nitritos coincidieron con los valores mínimos de oxígeno y estuvieron relacionados igualmente a valores bajos de nitratos en el área (Fig. 18b).

Clorofila "a"

Las concentraciones alcanzaron los valores máximos al norte de Cabo Cruz y frente a El Ñopo con valores cercanos a 0,90 $\mu\text{g/L}$. En toda el área la concentración de clorofila fluctuó entre 0,21 y 0,90 $\mu\text{g/L}$ (Fig. 19).

Fitoplancton

La comunidad de fitoplancton se caracterizó por la presencia de 30 especies, predominando en todas las estaciones de muestreo la diatomea *Coscinodiscus perforatus*, que estuvo acompañada de numerosas especies neríticas como *Eucampia zoodiacus*, *Lithodesmium undulatum*, *Guinardia delicatula*, especies de afloramiento del género *Chaetoceros*, *Skeletonema costatum* entre otras; además se sumaron especies ticopelágicas como *Grammatophora angulosa*, *G. marina*, *Pseudo-nitzschia pungens* y *Striatella unipunctata* (Tabla 6).

El grupo de dinoflagelados estuvo representado por 18 especies, con especies cosmopolitas como *Proto-peridinium depressum*, *P. longispinum*, *P. divergens*, *Ceratium furca*, *C. buceros*, entre otros.

Se presentó en algunas estaciones el indicador de Aguas Costeras Frías *Proto-peridinium obtusum*, señalando la prevalencia de esta masa de agua en la zona evaluada.

Zooplancton

Estuvo constituido por 15 grupos taxonómicos: copépodos, decápodos, medusas, sifonóforos, ctenóforos, pterópodos, briozoarios, equinodermos, poliquetos, anfípodos, isópodos, apendicularias, quetognatos, gasterópodos y cefalópodos, siendo los copépodos el grupo más frecuente y abundante.

Los volúmenes de zooplancton fueron bajos en todas las muestras colectadas. Entre las especies más abundantes dentro de la comunidad zooplanctónica se observó al copépodo *Acartia tonsa* y larvas (zoeas y megalopas) de decápodos pertenecientes a la familia Grapsidae.

En general, las especies observadas son típicas de aguas costeras frías, predominantes en el área evaluada, a excepción de los copépodos *Nanocalanus minor* y *Acartia negligens* que son especies con afinidad a aguas más cálidas mientras que en las estaciones ubicadas al noreste de la isla se observó al copépodo *Clitemnestra rostrata* de aguas oceánicas.

Entre las especies indicadoras de masas de agua, se observó al copépodo *Centropages brachiatus* relacionado a masas de aguas costeras frías (ACF), en toda el área evaluada.

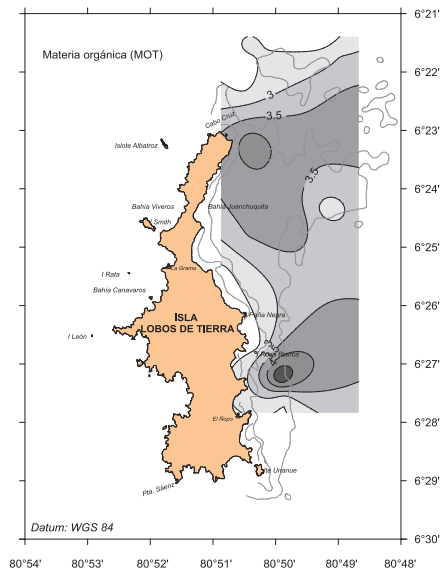


Figura 14.- Materia orgánica (%) en el banco natural de *A. purpuratus*. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

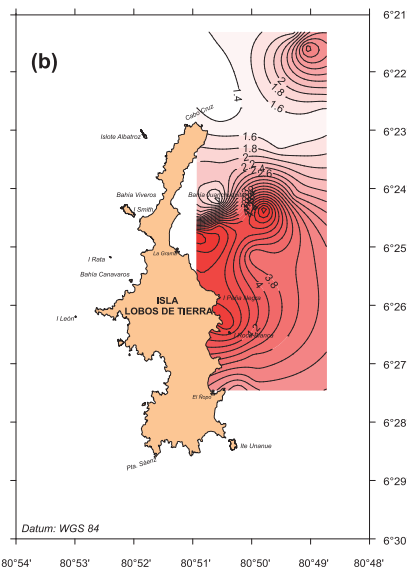
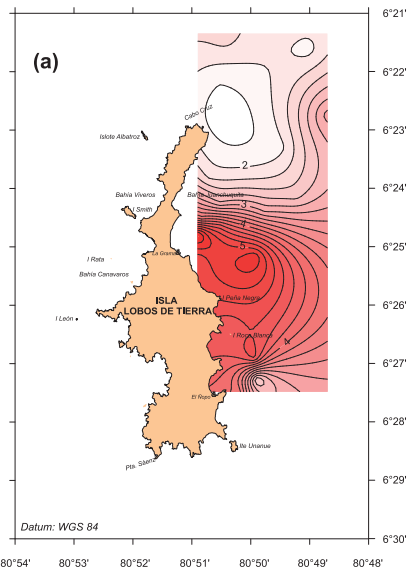


Figura 15.- Concentración de fosfatos (μM) en superficie (a) y fondo (b). I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

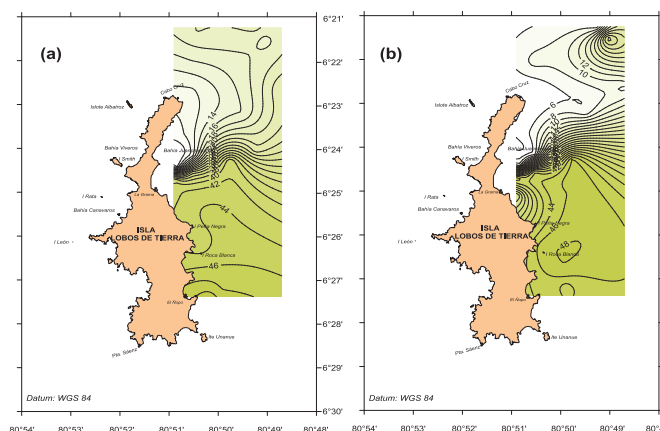


Figura 16.- Concentración de silicatos (μM) en superficie (a) y fondo (b). I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

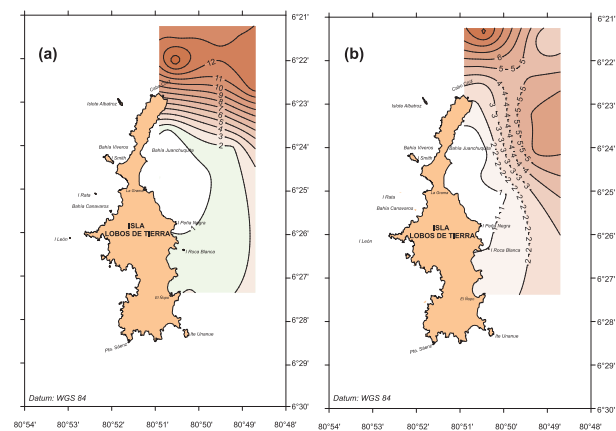


Figura 17.- Concentración de nitratos (μM) en superficie (a) y fondo (b). I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

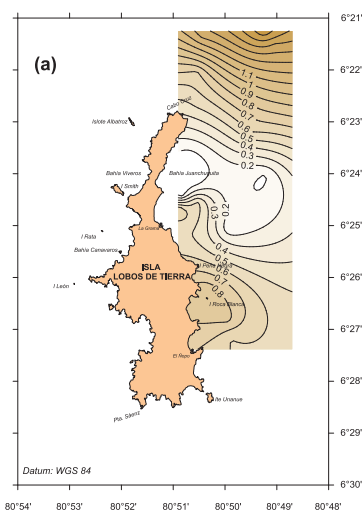


Figura 18.- Concentración de nitritos (μM) en superficie (a) y fondo (b). I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

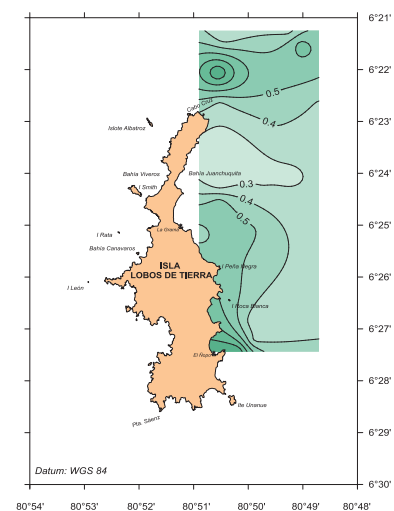
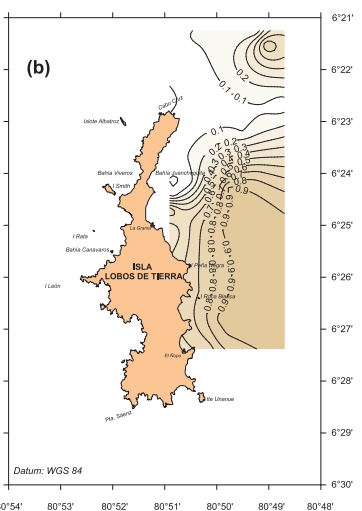


Figura 19.- Clorofila "a" en superficie. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

Tabla 6.- Análisis cualitativo de fitoplancton. Isla Lobos de Tierra, diciembre 2010

Estación	37	49	60	7	22	26	37	43	55	60	67	69	71	72
DIATOMEAS														
<i>Actinocyclus</i> sp.	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>Amphiprora</i> sp.	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros constrictus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros convolutus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros curvoisetus</i>	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Chaetoceros debilis</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Chaetoceros didymus</i>	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Chaetoceros socialis</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
<i>Coscinodiscus granii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Cylindrotheca closterium</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>Detonula pumila</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Eucampia zoodiacus</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
<i>Grammatophora angulosa</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Grammatophora marina</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Guinardia delicatula</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Licmophora abbreviata</i>	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Lithodesmium undulatum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pleurosigma</i> sp.	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
<i>Rhizosolenia chunii</i>	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0
<i>Skeletonema costatum</i>	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
<i>Striatella unipunctata</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0
<i>Thalassiosira angulata</i>	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	0	1	0	1	2	1	0	1	1	0	1	1	1	1
<i>Thalassiosira mendiolana</i>	1	1	0	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Thalassiosira subtilis</i>	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
DINOFLAGELADOS														
<i>Ceratium buceros</i>	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
<i>Ceratium furca</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Dinophysis acuminata</i>	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
<i>Diplopeltopsis minor</i>	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
<i>Dissodinium asymmetricum</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Gymnodinium lohmanni</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Protoperidinium conicum</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0
<i>Protoperidinium depressum</i>	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
<i>Protoperidinium divergens</i>	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
<i>Protoperidinium leonis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Protoperidinium longispinum</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1
<i>Protoperidinium mendiolae</i>	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Protoperidinium minutum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Protoperidinium obtusum (ACF)</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Protoperidinium subinermis</i>	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
SILICOFLAGELADOS														
<i>Octatis octonaria</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1

Legenda: Ausente: 0, Presente: 1, Escaso: 2, Abundante: 3, Muy abundante: 4, ACF: Aguas Costeras Frías

4. DISCUSIÓN

Los estimados de población y biomasa de concha de abanico en esta evaluación mostraron disminución porcentual del 89,87 y 44,09%, respectivamente, comparada con la efectuada en noviembre 2009. Esta disminución podría atribuirse principalmente a la extracción permanente a la que es sometido el recurso (a pesar de estar vigente la reglamentación establecida por la RM N° 293-2006-PRODUCE), así como también a factores ambientales.

En la figura 20, se observa que la población y biomasa de este recurso han sido fluctuantes a través del tiempo; después de junio 1997 se produjo una drástica disminución no obstante que el recurso fue favorecido por el incremento de la temperatura durante El Niño 1997-98. A partir de 1998 se inicia la recuperación de la población y en la evaluación de septiembre del 2000 se observa esa recuperación.

Además de la casi nula actividad extractiva, se sumó la poca demanda en el mercado exterior de concha de abanico, la que se reactivó en marzo 2003 reiniciándose una permanente actividad extractiva y estableciéndose un mercado clandestino para todas las tallas.

En noviembre del 2009 se encontró la más alta biomasa y población registradas para este banco desde 1995. Estos valores podrían estar relacionados nuevamente a la poca o nula actividad extractiva en el banco natural desde junio del 2008, tal como lo manifestaron los guardaislas que durante ese periodo no observaron buceas extrayendo el recurso; además estarían relacionados al exitoso reclutamiento durante este periodo, debido posiblemente a las condiciones ambientales favorables a la especie el 2009, que se caracterizó por el desarrollo de condiciones cálidas en forma sostenida desde el segundo trimestre del año, con una intensa proyección de la ESCC que empezó

en el otoño y se prolongó hasta fines de año. Es sabido que la ESCC favorece el desarrollo de organismos bentónicos al incrementar los valores de oxígeno en el fondo.

Asimismo, el acercamiento de las ASS y AES que dejaron sentir su influencia hasta la costa en el segundo semestre del 2009, confirieron características particulares al área lo que pudo coadyuvar a un exitoso reclutamiento. Por otro lado, el afloramiento costero producido de agosto a octubre y el predominio de las ACF durante la mayor parte del año favorecieron la productividad primaria en la zona.

La población obtenida en la evaluación de diciembre 2010 al ser comparada con la de noviembre 2009 muestra marcada disminución, que se pudo atribuir a la extracción indiscriminada que soporta el recurso (DE LA CRUZ et al. 2009, DE LA CRUZ et al. 2010). Durante la presente evaluación, se registraron 44 buceas extrayendo la especie y 18 embarcaciones mdrinas. Además, esta situación se habría visto agravada por condiciones ambientales adversas dadas por la presencia del evento "La Niña" que afecta las tasas de crecimiento de la especie tal como lo mencionan YAMASHIRO y MENDO (1988) para la zona de Pisco durante periodos fríos.

En diciembre 2010, se observó alta mortandad de individuos de concha de abanico, con tallas que oscilaron entre 14 y 77 mm, media en 58,59 mm (Fig. 21), habiéndose estimado la población afectada en 3,94 millones de ejemplares, los que se encontraron distribuidos en áreas donde se registraron valores menores a 0,1 mL/L e incluso con 0 mL/L de oxígeno disuelto, y que coincidieron igualmente con sustratos reducidos; esta área se localizó frente a La Grama (Fig. 22). Los individuos encontrados muertos aun tenían partes de sus tejidos, considerándose por ello que su muerte se habría producido en los días previos.

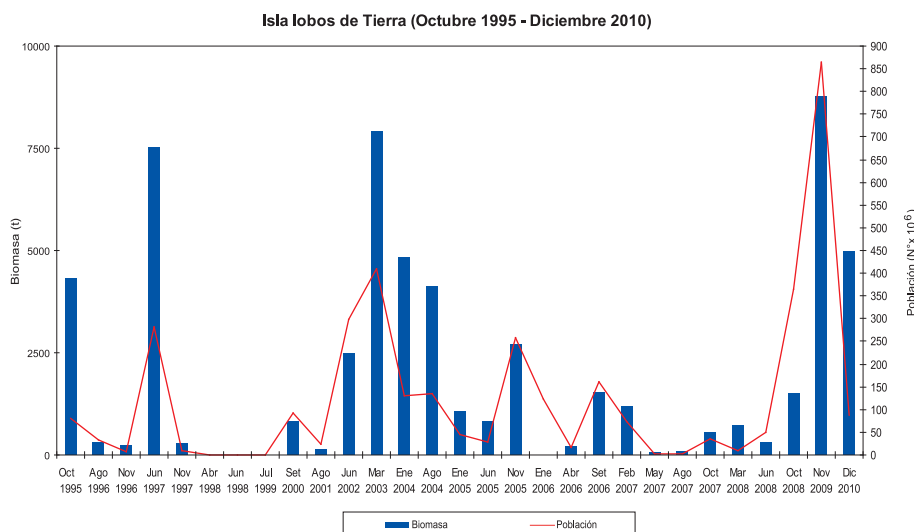


Figura 20.- Población y biomasa de *A. purpuratus*. Octubre 1995 – Diciembre 2010

El área del banco natural de concha de abanico estuvo ocupada por aguas ricas en sulfatos y silicatos, sales nutritivas de gran importancia en la síntesis orgánica del mar (producción primaria) y por concentraciones moderadas de nitratos. Estas altas concentraciones, se atribuyeron al bajo consumo de dichas sales por el fitoplancton, tal como lo indican las bajas concentraciones de clorofila "a", así como también por los importantes aportes de origen terrígeno (guano de la isla, principalmente) el cual es transportado hacia el mar por los fuertes vientos imperantes en la zona.

La densidad y biomasa medias de concha de abanico fueron 5,37 ind.m⁻² y 303,96 g.m⁻², respectivamente, valores menores a lo detectado en abril 2008, pero similar a lo registrado en noviembre 2009 (Fig. 23).

La mayor parte de la población estuvo representada por el grupo de individuos adultos, comprendidos entre 58 y 76 mm (65,08 millones de ejemplares). Con respecto a los individuos adultos comerciales (≥65 mm) en este estudio se encontró 53,81 millones de ejemplares, cifra inferior a la estimada en noviembre del 2009, donde se hallaron 83,25 millones de individuos.

A pesar de que el recurso desova continuamente durante todo el año, desde julio 2010 se evidenció la escasa presencia de individuos juveniles (0,41%) y en la evaluación de diciembre 2010 se encontró sólo el 0,21% (0,18 millones de individuos). Esta situación estaría reflejando un escaso asentamiento de la especie en su banco natural, poniendo en peligro la sostenibilidad del recurso.

En diciembre 2010, el 37,5% de la población había desovado y el 28,41% estaba en pleno desove, este resultado fue diferente a lo hallado en noviembre 2009 cuando predominaron los ejemplares desovantes, lo que indicó el retraso de la reproducción por las condiciones imperantes en el medio al estarse produciendo el fenómeno La Niña.

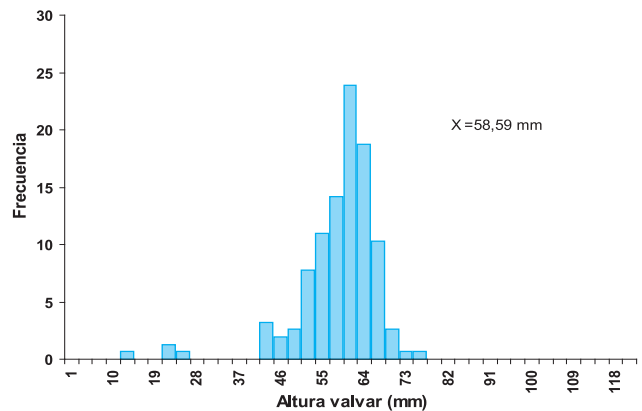


Figura 21.- Tallas de *A. purpuratus* muertos. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

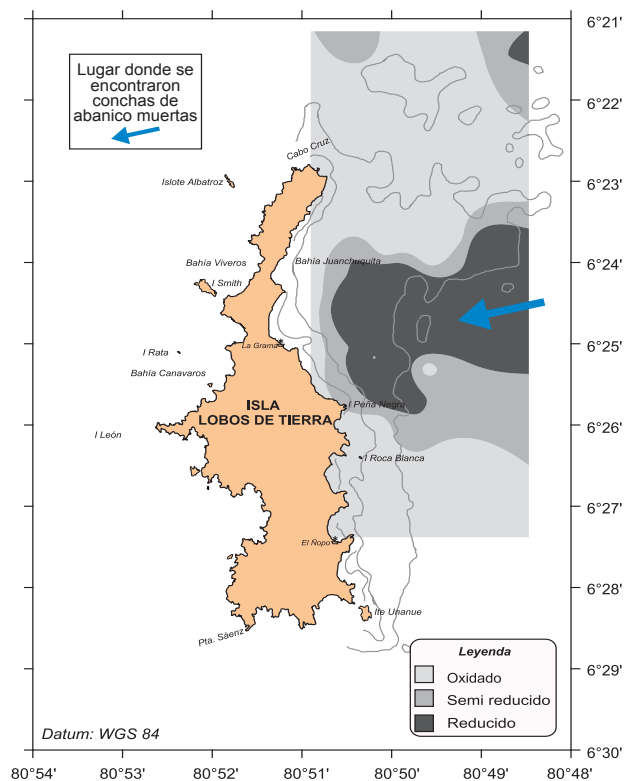


Figura 22.- Localización de *A. purpuratus* muertos. I. Lobos de Tierra, diciembre 2010

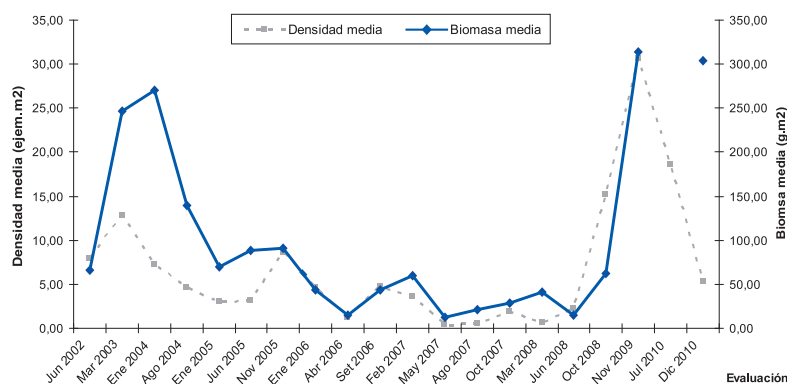


Figura 23.- Variación de la densidad y biomasa media de *A. purpuratus*. I. Lobos de Tierra. Junio 2002–diciembre 2010

5. CONCLUSIONES

La concha de abanico fue registrada entre 6°21'12,6"S y 6°24'12,6"S y entre 6°26'38,8"S y 6°27'18,4"S, en profundidades de 14,3 a 26,3 m.

Las tallas estuvieron comprendidas entre 7 y 107 mm de altura valvar, media en 67,5 mm, y moda principal en 66 mm, presentándose el mayor rango en el estrato III (11-20 m).

Predominaron los ejemplares desovados (37,50%) y desovantes (28,41%), los inmaduros solo fueron el 0,19%.

La biomasa total estimada fue 4.962,716 t y la población 87,606 millones de individuos. El stock explotable (≥ 65 mm) estuvo constituido por 53,81 millones de individuos (61,42%) y 3.725,81 t (75,08%) de la biomasa.

La fauna acompañante presentó 9 grupos taxonómicos, los más abundantes fueron los moluscos 38,81% y poliquetos 34,45%. Las especies con mayor incidencia fueron *Diopatra chiliensis* 25,63%, *Bursa ventricosa* 10,11% y *Transennella pannosa* 9,88%.

A nivel superficial la temperatura en el banco de concha de abanico fluctuó entre 16,8 y 18,6 °C y a nivel subsuperficial entre 13,9 y 18,0 °C.

El oxígeno en superficie osciló entre 3,5 y 6,0 mL/L, disminuyendo con la profundidad y en algunos casos se presentaron zonas anóxicas

6. RECOMENDACIONES

Declarar la isla Lobos de Tierra como área de reserva genética de concha de abanico y otras especies

de invertebrados marinos de interés comercial y ecológico.

Establecer "zonas de reserva" en el banco natural de concha de abanico de la isla Lobos de Tierra por su condición de área estratégica que sustenta el reclutamiento y la producción de semillas, prohibiendo el acceso para la extracción de ejemplares en cualquier estadio de su ciclo vital.

7. REFERENCIAS

- CARRIT D, CARPENTER J. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modification of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water. J. mar. Res. N° 24:286-318.
- DE LA CRUZ J, RAMÍREZ P, LLANOS J. 2009. Evaluación de los bancos naturales de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y prospección de pulpo (*Octopus mimus*) en isla Lobos de Tierra. 7-16 de noviembre del 2009. Inf. Interno. Inst Mar Perú.
- MENDO J, VALDIVIESO V, YAMASHIRO C, JURADO E, MORÓN O, RUBIO J. 1987. Evaluación de la población de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia Pisco, Perú. 17 enero - 4 febrero de 1987. Inf Inst Mar Perú. N° 91.
- SAMAMÉ M, VALDIVIESO V, YAMASHIRO C, MÉNDEZ M, ZEVALLOS J, MORÓN O. 1985. Evaluación de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia, Pisco, en octubre-noviembre de 1985. Inf Inst Mar Perú. N° 48.
- STRICKLAND C J, PARSONS T. 1968. Manual of the sea water Analysis. Bul. Fish. Res. Bd. Canada N° 125.
- YAMASHIRO C, MENDO J. 1988. Crecimiento de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia, Pisco - Perú. En: Salzwedel H y Landa A (eds.), Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento Bol Inst Mar Perú. Vol. Extraordinario. pp. 163-168.