

# EVALUACIÓN POBLACIONAL DE CONCHA DE ABANICO *Argopecten purpuratus* (LAMARCK, 1819), CONCHA FINA *Transennella pannosa* (SOWERBY I, 1835) Y PROSPECCIÓN DE PULPO *Octopus mimus* GOULD, 1852 EN LA ISLA LOBOS DE TIERRA, NOVIEMBRE 2017

## POPULATION ASSESSMENT OF PERUVIAN SCALLOP *Argopecten purpuratus* (LAMARCK, 1819), WHITE CLAM *Transennella pannosa* (SOWERBY I, 1835) AND SURVEY OF GOULD OCTOPUS *Octopus mimus* GOULD, 1852 IN LOBOS DE TIERRA ISLAND (NOVEMBER 2017)

Jaime De La Cruz<sup>1</sup>Paquita Ramírez<sup>1</sup>Sergio Bances<sup>1</sup>

### RESUMEN

DE LA CRUZ J, RAMÍREZ P, BANCES S. 2020. Evaluación poblacional de concha de abanico *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819), concha fina *Transennella pannosa* (Sowerby I, 1835) y prospección de pulpo *Octopus mimus* Gould, 1852 en la isla Lobos de Tierra, 2017. *Inf Inst Mar Perú*. 47(4): 530-548.- Entre 14 y 23 de noviembre 2017, se evaluó la población de concha de abanico, concha fina y prospectó al pulpo en isla Lobos de Tierra. La concha de abanico se registró entre 6°20'37''S y 6°26'53,5''S (NE de Cabo Cruz y S de Roca Blanca), entre 18,3 y 29,7 m de profundidad; su altura valvar varió entre 3 y 63 mm, talla media en 30,30 mm, predominaron ejemplares inmaduros (41,43%) y madurantes (29,26%); la densidad media estratificada fue de 11,10 ejem.m<sup>-2</sup> y biomasa media estratificada de 76,22 g.m<sup>-2</sup>; su biomasa total fue estimada en 1.008,2 t y población en 146,8 millones de individuos; el stock de juveniles ( $\leq 25$  mm) fue 72,3 millones de ejemplares y 70,8 t; en esta evaluación y en julio 2017 no se registraron individuos de talla explotable ( $\geq 65$  mm). La concha fina se distribuyó entre Peña Negra (6°25'26''S) y sur de Roca Blanca (6°26'41,1''S) en concentraciones de 1 a 337 ind.m<sup>-2</sup>, con densidad promedio de 42,53 ind.m<sup>-2</sup>, biomasa y población fue 350,18 t y 129,44 millones de ejemplares, respectivamente, la talla media fue 18,87 mm y la altura valvar varió entre 8 y 29 mm, se observó predominio de individuos maduros, en maduración y evacuación sugiriendo que la actividad reproductiva es continua. El pulpo se distribuyó principalmente al oeste de la isla (N de bahía Viveros y Punta Sáenz); la talla fluctuó entre 80 y 190 mm de longitud de manto; el peso promedio fue 506,37 g, el 94,74% no superó el peso mínimo de extracción (1 kg).

**PALABRAS CLAVE:** *Argopecten purpuratus*, *Transennella pannosa*, *Octopus mimus*, isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

### ABSTRACT

DE LA CRUZ J, RAMÍREZ P, BANCES S. 2020. Population assessment of Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819), white clam *Transennella pannosa* (Sowerby I, 1835), and survey of Gould octopus *Octopus mimus* Gould, 1852 in Lobos de Tierra Island (November 2017). *Inf Inst Mar Peru*. 47(4): 530-548.- We evaluated the population of Peruvian scallop and white clam and conducted a survey of Gould octopus on Lobos de Tierra Island between November 14 and 23, 2017. The Peruvian scallop was recorded between 6°20'37''S and 6°26'53.5''S (NE of Cabo Cruz and S of Roca Blanca), at a depth between 18.3 and 29.7 m. Its valve height varied between 3 and 63 mm, the mean size was 30.30 mm. Immature (41.43%) and mature (29.26%) specimens predominated; the mean stratified density was 11.10 spec.m<sup>-2</sup> and the mean stratified biomass was 76.22 g.m<sup>-2</sup>. The total biomass was estimated at 1,008.2 t and the population was formed by 146.8 million individuals; the juvenile stock ( $\leq 25$  mm) amounted to 72.3 million individuals and 70.8 t. No individuals of exploitable size ( $\geq 65$  mm) were recorded during this evaluation and in July 2017. The white clam was distributed between Peña Negra (6°25'26''S) and south of Roca Blanca (6°26'41,1''S) in concentrations ranging from 1 to 337 ind.m<sup>-2</sup>, with a mean density of 42.53 ind.m<sup>-2</sup>, the biomass and population was 350.18 t and 129.44 million specimens, respectively, the mean size was 18.87 mm and the valve height varied between 8 and 29 mm. The predominance of mature, maturing, and evacuating specimens was observed suggesting that reproductive activity is continuous. The octopus was distributed mainly to the west of the island (north of Viveros Bay and Punta Sáenz). The size fluctuated between 80 and 190 mm ML; the mean weight was 506.37 g, which means that 94.74% did not exceed the minimum extraction weight (1 kg).

**KEYWORDS:** *Argopecten purpuratus*, *Transennella pannosa*, *Octopus mimus*, Lobos de Tierra island, November 2017

<sup>1</sup> IMARPE, Laboratorio Costero Santa Rosa, calle Los Pinos s/n Distrito de Santa Rosa, Provincia de Chiclayo -Región Lambayeque, delacruz@imarpe.gob.pe

## 1. INTRODUCCIÓN

Como parte del Plan Operativo Institucional 2017, el Laboratorio Costero de Santa Rosa – IMARPE ejecutó la actividad “Evaluación del banco natural de concha de abanico, concha fina y prospección de pulpo en la isla Lobos de Tierra”, programada en el marco de sus objetivos específicos con la finalidad de conocer el estado poblacional, estructura y características biológicas de estos recursos, relacionados con las condiciones del ambiente marino.

La constante presión de pesca ejercida sobre los recursos concha de abanico *Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819), concha fina *Transennella pannosa* (Sowerby I, 1835) y pulpo *Octopus mimus* Gould, 1852 en la isla Lobos de Tierra ha determinado una disminución progresiva de los índices de abundancia relativa y tallas medias en las capturas, situación que ha conllevado a prohibir la extracción de concha de abanico desde el 2006 y de pulpo desde el 2009; sin embargo, las vedas establecidas no se cumplen en su totalidad, lo que impide la recuperación de sus poblaciones en esta área.

En este contexto, se presentan los resultados del estudio llevado a cabo en la isla Lobos de Tierra, entre el 14 y 23 de noviembre del 2017 para las acciones de manejo pesquero y acuícola.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### Evaluación de concha de abanico y concha fina

Para el estudio de concha de abanico se empleó un muestreo al azar estratificado siguiendo las metodologías determinadas por SAMAMÉ *et al.* (1985) y ARGUELLES *et al.* (2011) estableciéndose 80 estaciones biológicas distribuidas en tres estratos de profundidad: II (5 - 10 m), III (10 - 20 m) y IV (20 - 30 m) y 20 estaciones en el caso de concha fina (Fig. 1).

La ubicación de las estaciones y determinación de la profundidad se efectuó con un GPS Map 178C Sounder Garmin, con coordenadas geográficas referidas al DATUM WGS 84.

Siguiendo el protocolo de evaluación de concha de abanico (ARGUELLES *et al.*, 2011) en cada estación biológica se lanzó al azar un marco metálico de

1 m de lado con una superficie cubierta de paño anchovetero, el buzo científico utilizando una bolsa “calcal” o “capacho” de paño más fino (malla sintética de 1 mm de malla) recolectó los ejemplares de concha de abanico y otros organismos contenidos en la unidad de muestreo. En la embarcación, las muestras se colocaron en bolsas plásticas rotuladas para su análisis en las instalaciones de la isla. En los casos de bajas densidades del recurso, el buzo realizó un recorrido de 5 m alrededor de la unidad de muestreo para recolectar ejemplares de concha de abanico y concha fina que permitieron complementar los muestreos biométricos y biológicos.

Se determinó la composición por especies de la captura en cada estación de buceo, identificando fauna y flora acompañante del recurso al menor taxón posible; los organismos que presentaron dificultades en su identificación fueron guardados para su análisis en el Área Funcional de Biodiversidad de la Sede Central del IMARPE.

Cada ejemplar de concha de abanico fue librado de epibiontes; con un malacómetro se midió la altura valvar al milímetro y luego, en una balanza digital Mettler Toledo PB 3002-5 con precisión de 0,01 g, se registraron los pesos totales de cuerpo, gónada y talo.

De acuerdo al protocolo de muestreo biológico y biométrico de bivalvos marinos (SANJINEZ *et al.*, 2016), se determinó el grado de madurez sexual de la concha de abanico, para lo cual se empleó la escala de 5 estadios propuesta por VALDIVIESO y ALARCÓN (1985): I = Inmaduro, M = Madurante (inicial, medio y avanzado), D = Desovante, Dv = Desovado y R = En Recuperación. Para la concha fina se empleó la escala propuesta por BUITRÓN y PEREA (1997). Para *Gari solida*: I = Inmaduro, II = En Maduración, III = Maduro, IV = En Evacuación y V = Post-desove.

Con base en el muestreo biométrico se determinó la estructura de tallas de los ejemplares de concha de abanico y concha fina (mm) y para su análisis fueron agrupadas en intervalos de clase de 3 mm.

En ambas especies se determinaron densidades relativas en número y peso contenidas en la unidad de muestreo, las que permitieron estimar población y biomasa por estratos y para el área total (ARGUELLES *et al.*, 2011).

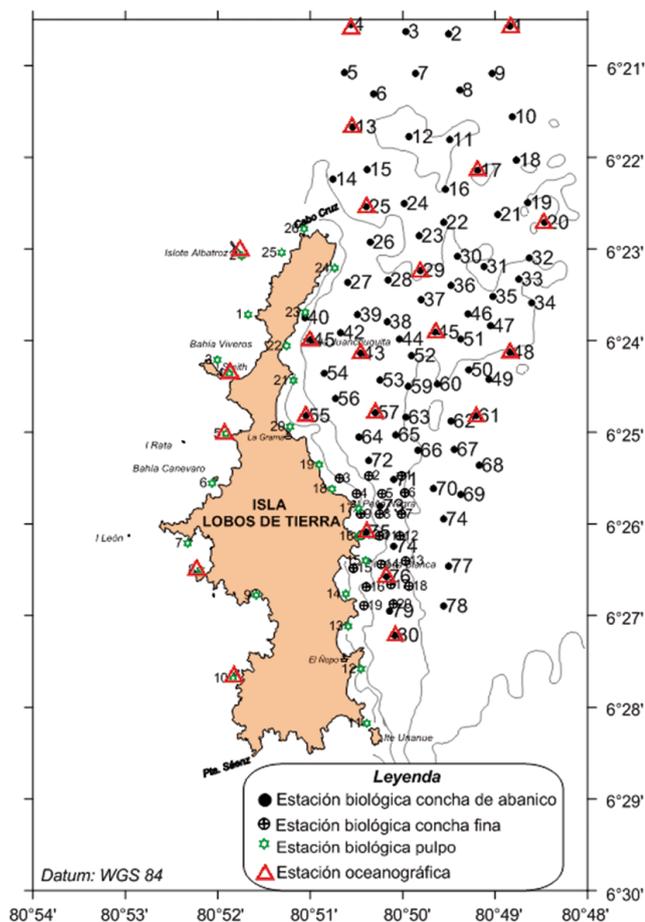


Figura 1.- Estaciones biológicas y oceanográficas. Isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

### Prospección de pulpo

Se establecieron 26 estaciones biológicas en el área de distribución de pulpo en la isla Lobos de Tierra, siguiendo la metodología para concha de abanico (Fig. 1).

Las estaciones se distribuyeron con base en el diseño sistemático con carácter aleatorio de COCHRAN (1980). El muestreo fue mediante método destructivo, la recolección de las muestras se realizó a profundidades que variaron entre 4 y 19,5 m, el esfuerzo (tiempo de inmersión) fue de 10 minutos por estación de muestreo; adicionalmente se obtuvieron ejemplares (sin tiempo de buceo) con el propósito de completar el análisis biométrico, los ejemplares recolectados fueron colocados en “capachos” que se trasladaron a la embarcación para ser muestreados en las instalaciones de la guardianía de la isla.

Para el muestreo de los cefalópodos se siguió a TAFUR *et al.* (2016), como medida principal se registró la longitud del manto (LM); las mediciones se realizaron con el uso de una cinta métrica desde el ápice del manto hasta el punto medio de la línea imaginaria que une los dos ojos. Para la obtención del peso total y de los órganos reproductivos se usó una balanza digital Mettler Toledo PB 3002-5 con precisión de 0,01g.

La variable talla (longitud del manto) se agrupó en intervalos de clase de 10 mm y la variable peso, en intervalos de 150 g, con el fin de establecer la estructura por tamaños y pesos. También se determinaron las medidas de tendencia central (media y moda) y de dispersión (desviación estándar) de las tallas, generando valores representativos de las observaciones y el grado de homogeneidad de los mismos. El estadio de madurez gonadal se determinó utilizando la escala de madurez propuesta por NACARINO (1997) que consta de 5 estadios: I: Inmaduro, II En desarrollo, III: Maduración, IV: Madurez total y V: Post-freza. El estudio trófico se realizó mediante la composición cualitativa del tracto digestivo (CARDOSO *et al.*, 2004).

### Estaciones oceanográficas

Se establecieron 22 estaciones oceanográficas en los bancos de concha de abanico, concha fina y pulpo (Fig. 1) en las que se registraron datos de temperatura del mar en superficie y cerca del fondo, mediante el uso de termómetros de superficie e inversión, respectivamente. Se recolectaron muestras de agua para el análisis de oxígeno disuelto, las que fueron analizadas *in situ* siguiendo a CARRITT & CARPENTER (1966); para la salinidad las muestras fueron conservadas a temperatura ambiente y llevadas al Laboratorio Costero de Paita, analizándose con ayuda de un Salinómetro Portasal 8410A, la medición del pH se realizó a bordo usando la técnica potenciométrica, con un pH-metro Hach modelo HQ40d que cuenta con un electrodo de vidrio IntelliCAL PHC101.

Las muestras de agua para determinar salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes se obtuvieron con un balde a nivel superficial y con una botella Niskin de 5 L de capacidad, a nivel de fondo.

Siguiendo el procedimiento del muestreo, obtención y conservación de fitoplancton marino (IMARPE, 2012) se realizaron arrastres en superficie con red estándar de fitoplancton de 75  $\mu$  de abertura de malla, a 3 nudos durante 5 minutos, para identificar las especies se utilizó el análisis semi cuantitativo.

Para determinar densidad y estadios de larvas de concha de abanico se efectuaron arrastres verticales u oblicuos con una red estándar de 100  $\mu$  y de 0,9 m de largo, desde 1 m del fondo hacia la superficie.

La circulación marina en superficie se determinó con el método Lagrangiano, utilizándose derivadores de aspa. Además, en el fondo se registraron las características del sustrato y visibilidad.

### 3. RESULTADOS

#### Variables bio-oceanográficas

##### Temperatura

En esta evaluación la temperatura superficial del mar fluctuó entre 15,4 y 19,4 °C, promedio 17,9 °C. En general, las mayores temperaturas a nivel superficial se observaron distribuidas en el área

somera y protegida desde Cabo Cruz hasta Roca Blanca; mientras que los valores más bajos se encontraron al suroeste de la isla Lobos de Tierra (Fig. 2a).

Cerca del fondo fluctuó entre 14,9 y 17,9 °C, promedio 15,5 °C. La diferencia de los promedios de las temperaturas superficiales y de fondo fue de 2,4 °C, evidenciando zonas relativamente “frías” en el fondo, exceptuando el área somera entre La Grama y Roca Blanca donde se obtuvieron las temperaturas más altas (Fig. 2b).

#### Anomalía térmica (°C)

Las anomalías térmicas, que se originaron a partir de la comparación con las temperaturas patrón para el área fluctuaron entre -2,4 y 1,6 °C, las anomalías térmicas negativas se encontraron al oeste de la isla, mientras que las anomalías positivas se distribuyeron al este, estando los mayores valores relacionadas a zonas someras. Las anomalías distribuidas en esta área, señalan aguas de mezcla entre Aguas Costeras Frías (ACF) con procesos de afloramiento y Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) que originaron condiciones óptimas para alta productividad primaria (Fig. 3).

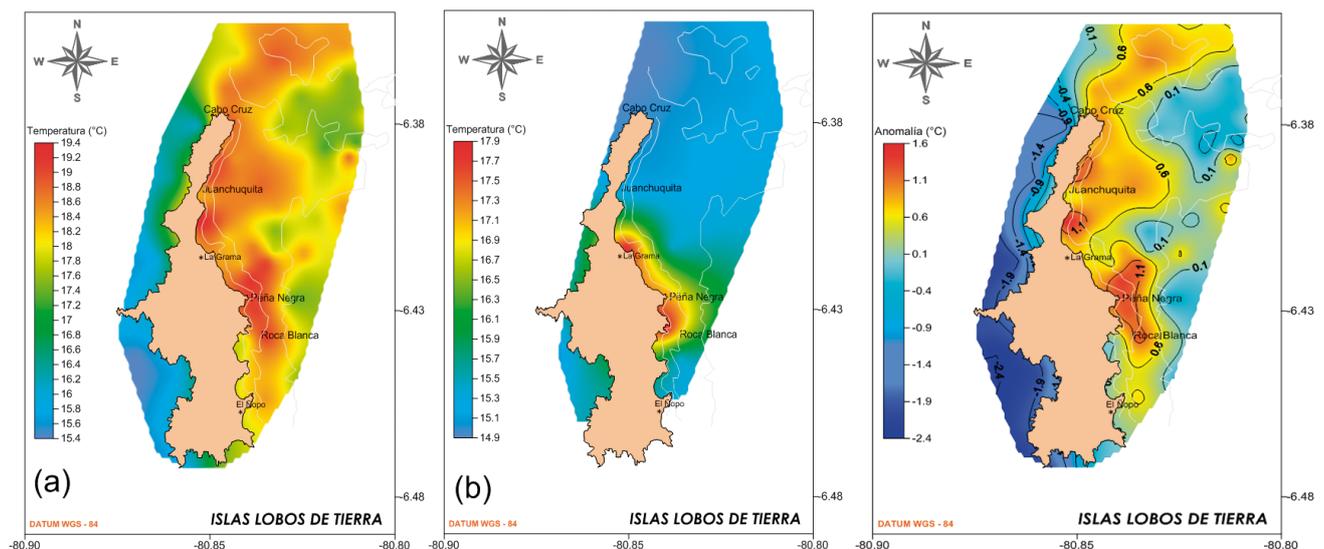


Figura 2.- Temperatura superficial (a) y cerca del fondo (b) en el área circundante de la isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

Figura 3.- Distribución de anomalía térmica (°C). Área circundante de isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

### Oxígeno disuelto

En superficie, el tenor de oxígeno disuelto exhibió concentraciones entre 3,58 y 9,04 mL/L, con promedio de 7,49 mL/L (Fig. 4a).

En el fondo la concentración de oxígeno disuelto varió entre 0,56 y 8,30 mL/L, con promedio de 1,90 mL/L. Las concentraciones bajas de oxígeno estuvieron asociadas con las bajas temperaturas en el fondo, y las mayores concentraciones se presentaron en zonas

someras frente a La Grama, Peña Negra y Roca Blanca (Fig. 4b).

### Salinidad (ups)

La salinidad en superficie alcanzó valores que fluctuaron entre 34,988 y 35,103 ups, y el promedio resultante fue de 35,015 ups. Los valores de salinidad obtenidos tipifican a estas masas de agua como aguas de mezcla entre las ACF (con procesos de afloramiento) y las ASS, con evidente predominio de las primeras (Fig. 5a).

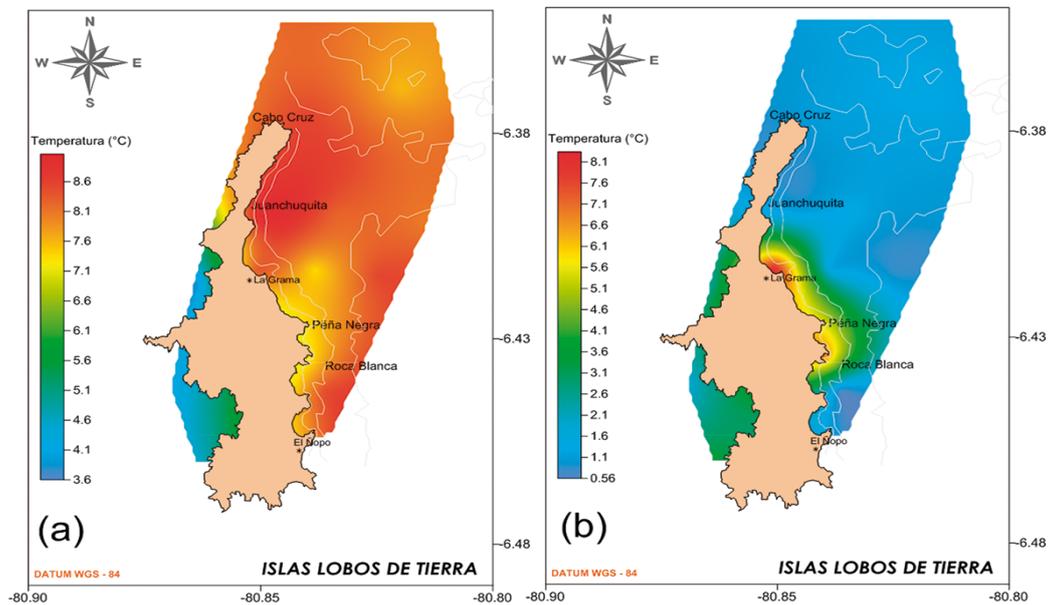


Figura 4.- Oxígeno disuelto superficial (a) y cerca del fondo (b) en el área circundante de la isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

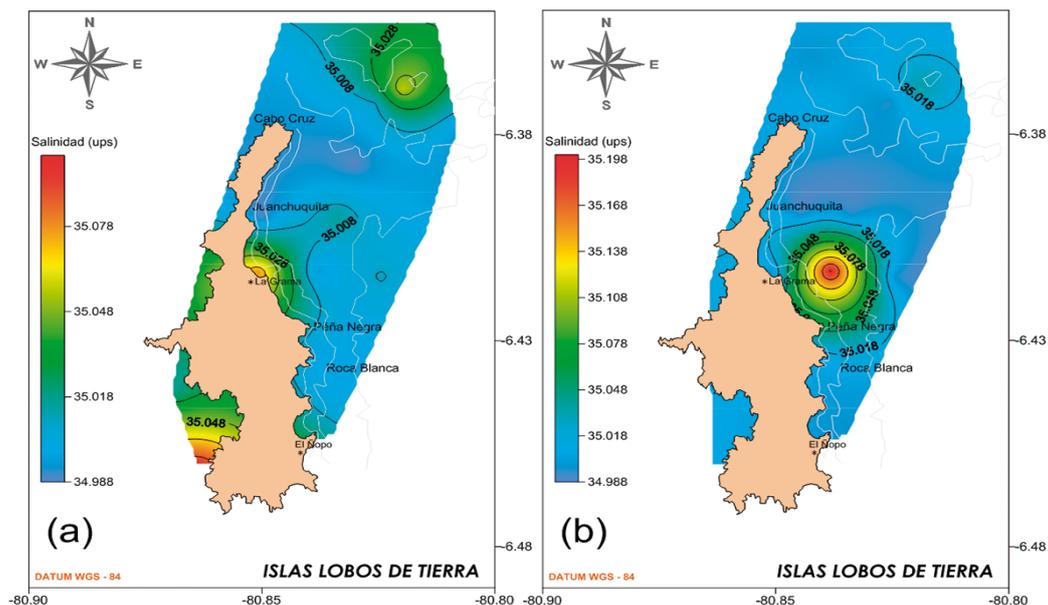


Figura 5.- Salinidad (ups) en superficie (a) y fondo (b), en el área circundante de la isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

Cerca del fondo los valores halinos fluctuaron entre 34,988 y 35,201 ups, promediando 35,013, este valor fue ligeramente más bajo que en superficie; sin embargo, se registró un núcleo de valores altos ubicados frente a La Grama (Fig. 5b).

**Nutrientes**

**Fosfatos (µM)**

Los valores de fosfatos en superficie fluctuaron entre 0,68 y 3,17 µM, promediando 1,45 µM; la mayor disponibilidad se ubicó al sur oeste de la isla, mientras que la menor se registró al este, con respecto a esa área los valores de mayor concentración relativa se ubicaron en las zonas más someras, muy cerca de la isla, entre Roca Blanca y Juanchuquita; además, se observó otro núcleo ubicado frente a Cabo Cruz, posiblemente relacionado a aportes constantes de guano desde la isla. Las concentraciones de fosfatos disminuyeron conforme se alejaba de la isla (Fig. 6a).

Cerca del fondo se encontraron concentraciones entre 0,93 y 9,18 µM, promediando 2,94 µM, los valores fueron evidentemente superiores a los encontrados en superficie. La distribución en el fondo fue similar a la de superficie, es decir los valores altos se encontraron en la parte suroeste de la isla, cuya acumulación se debería a zonas de menor circulación (Fig. 6b).

**Silicatos**

Los silicatos superficiales fluctuaron entre 0,28 y 16,05 µM, promediando 3,21 µM, coincidiendo con la distribución de los fosfatos, los valores altos se concentraron al sur oeste de la isla, mientras que los menores al este de la isla (Fig. 7a).

Cerca del fondo la concentración fue notablemente más alta que en superficie presentando valores entre 0,58 y 26,96 µM, promedio de 18,31 µM, las menores concentraciones se encontraron en las zonas someras, frente al área ubicada entre La Grama y Peña Negra (Fig. 7b).

**Nitratos**

La concentración de nitratos en superficie alcanzó valores entre 0,21 y 4,26 µM, promedio 1,61 µM, las mayores concentraciones también se encontraron al sur oeste de la isla (Fig. 8a).

La concentración de nitratos cerca del fondo alcanzó valores entre 0,25 y 17,54 µM, promediando 12,15 µM, valores más altos que los encontrados en superficie. Los registros aumentaron conforme se alejaron de la isla (Fig. 8b).

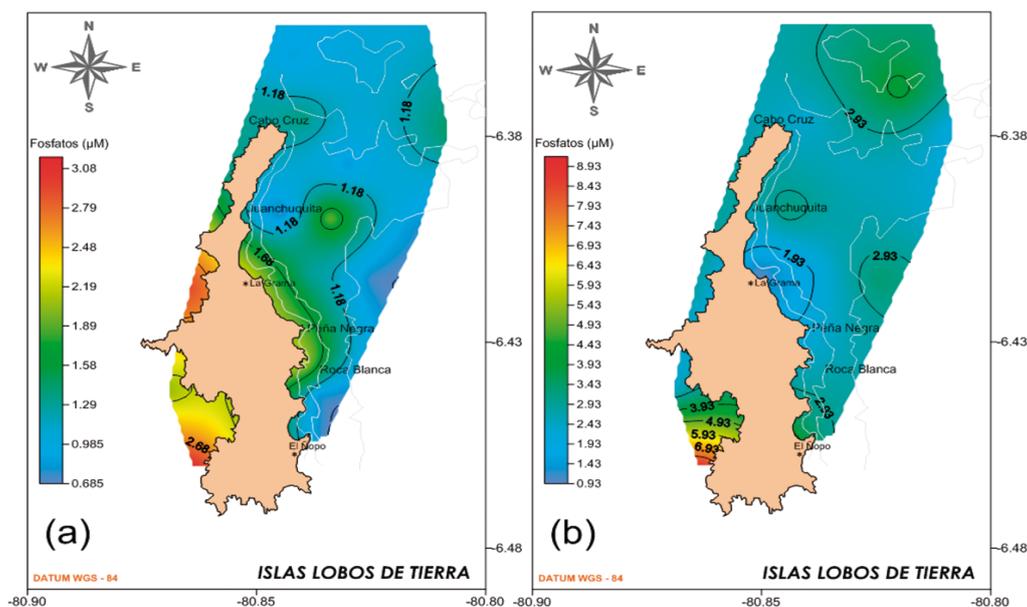


Figura 6.- Concentración de fosfatos en superficie (a) y cerca del fondo (b) en el área circundante de la isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

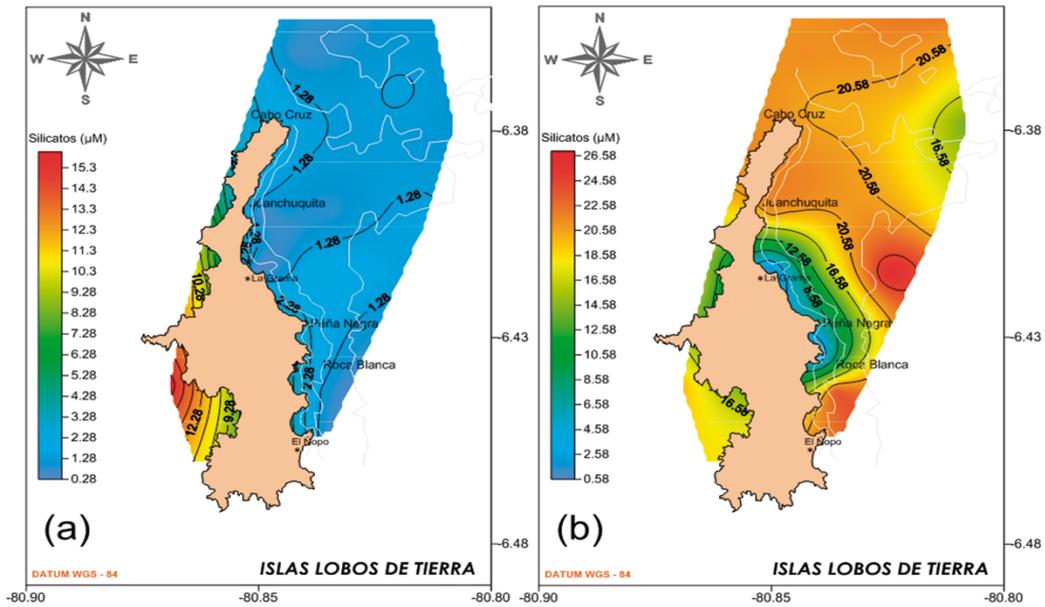


Figura 7.- Concentración de silicatos en superficie (a) y cerca del fondo (b) en el área circundante de la Isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

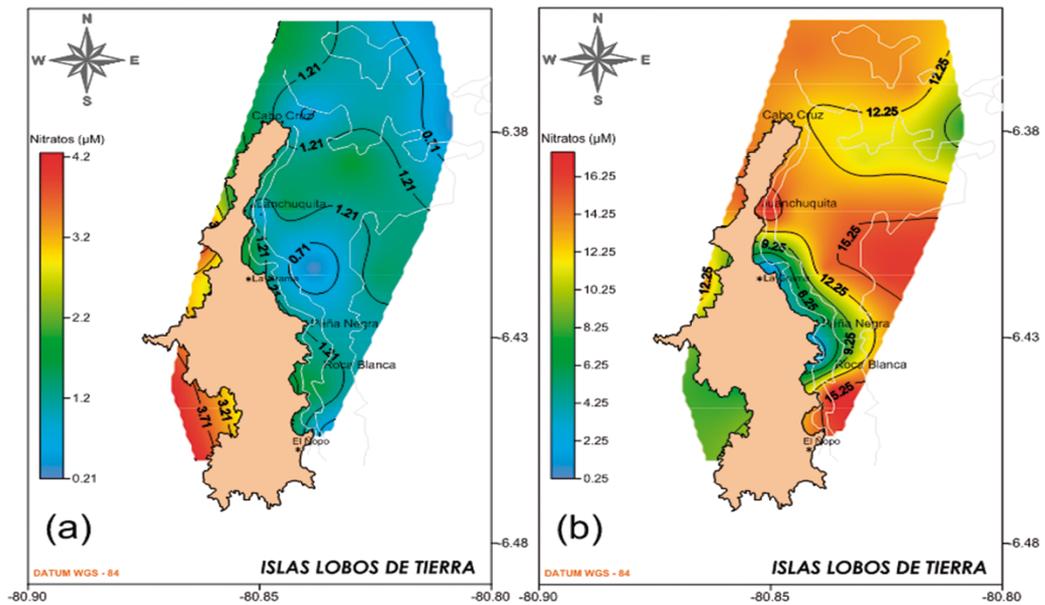


Figura 8.- Concentración de nitratos en superficie (a) y cerca del fondo (b) en el área circundante de la isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

**Nitritos**

En superficie alcanzaron valores entre 0,05 y 0,63  $\mu\text{M}$ ; las mayores concentraciones se encontraron en el lado sur oeste de la isla (Fig. 9a).

La concentración de nitritos cerca del fondo alcanzó valores entre 0,04 y 2,17  $\mu\text{M}$ , valores ligeramente más altos que en superficie (Fig. 9b).

**Penetración de la luz en el agua del mar**

La penetración de la luz en la columna de agua medida como transparencia, presentó distribución irregular, relacionada con la distribución de material particulado y fitoplancton en suspensión. Los valores fluctuaron entre 2,5 y 5 m, presentando como promedio 3,30 m para el área, los lugares más turbios se encontraron entre Roca Blanca y La Grama, disminuyendo conforme se alejaba de la isla (Fig. 10).

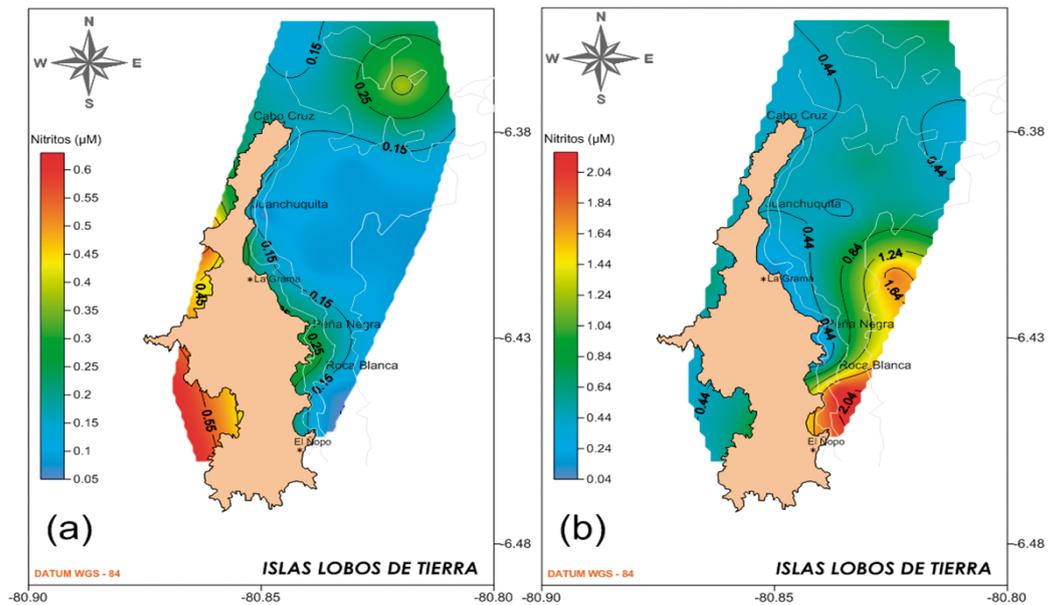


Figura 9.- Concentración de nitritos en superficie (a) y cerca del fondo (b) en el área circundante de la isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

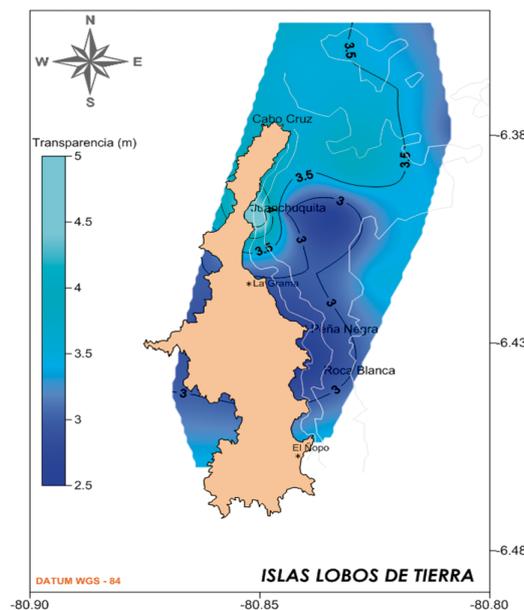


Figura 10.- Transparencia (m) en el área circundante de la isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

**Potencial de Hidrógeno (pH)**

El pH en superficie alcanzó valores entre 7,71 y 8,13. Los valores más elevados se encontraron entre Juanchuquita y Peña Negra, los menores al suroeste de la isla y también frente a Cabo Cruz (Fig. 11a).

A nivel del fondo, la distribución de los valores del pH fue muy similar a lo detectado en superficie, variando entre 7,69 y 8,12 (Fig. 11b).

**Caracterización textural y estado de salud del sustrato**

El sustrato en el área del banco natural de concha de abanico se caracterizó por presentar distribución heterogénea, destacándose parches importantes de habitáculos de poliquetos sobre conchuela, rodeados de amplias zonas cubiertas de arena media y arena fina. Así mismo al norte y sur del banco natural se encontraron áreas con fango (Fig. 12a).

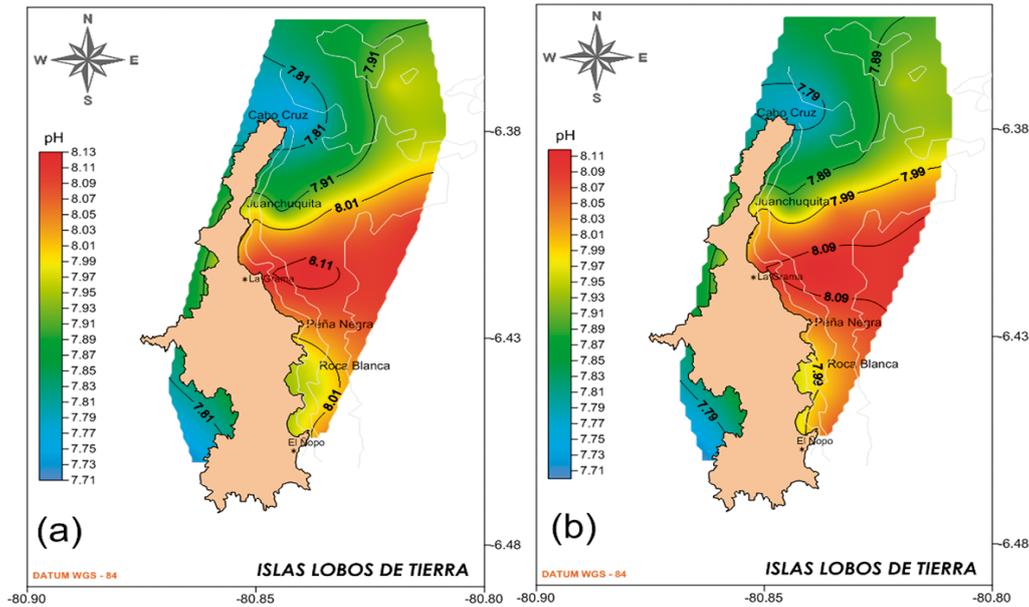


Figura 11.- Potencial de hidrógeno superficial (a) y cerca del fondo (b) en el área circundante de la isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

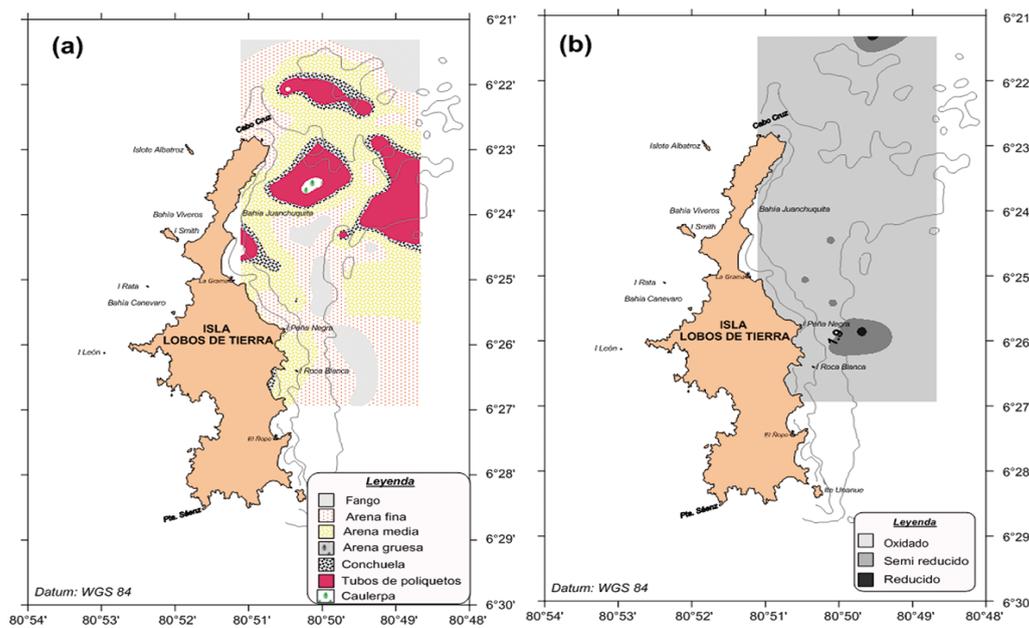


Figura 12.- Caracterización textural (a) y Estado de salud (b) del sustrato, banco natural de concha de abanico. Isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

El estado de salud del sustrato se caracterizó por presentar sedimentos oxidados a excepción de las zonas donde predominaron sedimentos fangosos que se encontraron en estados reducidos y semireducidos, principalmente (Fig. 12b).

**Circulación superficial del mar**

La velocidad de la corriente superficial del agua varió entre 10,44 y 23,76 cm.s<sup>-1</sup>, las mayores intensidades se ubicaron en el extremo norte del área evaluada; mientras que las menores al sur

oeste de la isla, esta distribución coincide con la topografía del fondo y la configuración del borde insular, en donde se puede apreciar el rápido incremento de profundidades adyacentes al extremo norte de la isla.

En cuanto a la dirección del flujo superficial, la dirección predominante fue hacia el noroeste, con ligera desviación hacia el norte conforme se acercaron y pasaron por el extremo sur de la isla (Fig. 13).

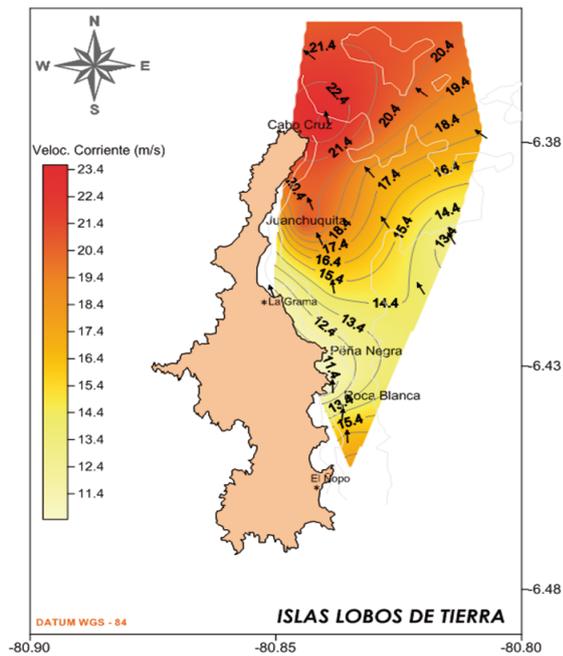


Figura 13.- Circulación superficial del mar en el área del banco natural de concha de abanico. Isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

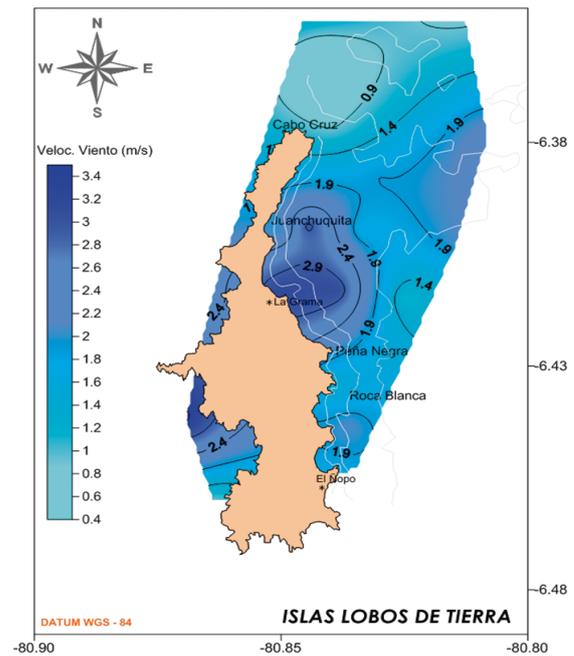


Figura 14.- Velocidad del viento a nivel superficial en el área circundante de la isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

### Velocidad del viento superficial (m/s)

En general las mediciones de velocidad del viento sobre la superficie del mar fueron catalogadas como “vientos débiles”, es decir valores no pasaron los 4 m/s, los valores variaron entre 0,4 y 3,5 m.s<sup>-1</sup>; las mayores velocidades relativas se encontraron frente a La Grama (Fig. 14).

### Plancton

Los volúmenes de plancton fluctuaron entre 0,76 y 11,36 mL/m<sup>3</sup> predominando en el área evaluada el grupo fitoplanctónico. Los mayores volúmenes se encontraron al noreste de la isla, área donde se encontraron las mayores intensidades de corrientes superficiales, mientras que, los menores volúmenes se observaron en el extremo suroeste, en aguas de menores temperaturas.

En superficie los valores altos de oxígeno registrados en el área este de la isla Lobos de Tierra, estarían relacionadas con procesos intensos de fotosíntesis, asociados a la abundante biomasa de fitoplancton presente en el área de estudio.

La comunidad fitoplanctónica se caracterizó por la abundancia de las diatomeas indicadoras de

afloramiento costero como *Chaetoceros didymus*, *C. constrictus* y *C. curvisetus* y estuvieron acompañadas por otras especies neríticas como *Eucampia zodiacus*, *Rhizosolenia delicatula*, *Lithodesmium undulatum*, entre otras.

Se encontraron 12 especies de dinoflagelados cuya distribución son de tipo generalista como *Tripos (Ceratium) buceros*, *T. dens*, *T. furca*, *Protoperidinium depressum*, *P. pellucidum* entre otros. Se registró el dinoflagelado *Protoperidinium obtusum* indicador de Aguas Costeras Frías (ACF). La comunidad fitoplanctónica, señaló para el área de estudio, la predominancia de ACF con procesos de intenso afloramiento en la zona con alta productividad primaria (Fig. 15).

Según la lista actualizada de especies potencialmente tóxicas (SANJINEZ *et al.*, 2016) en el área de la isla Lobos de Tierra se encontró presente en todas las estaciones de muestreo la diatomea *Pseudo-nitzschia* sp. del Grupo *seriata*.

### Zooplancton y larvas

En las muestras obtenidas con la red de plancton de 100  $\mu$  predominó el fitoplancton sobre el zooplancton en toda el área de estudio, las concentraciones de la fauna planctónica fueron muy bajas.

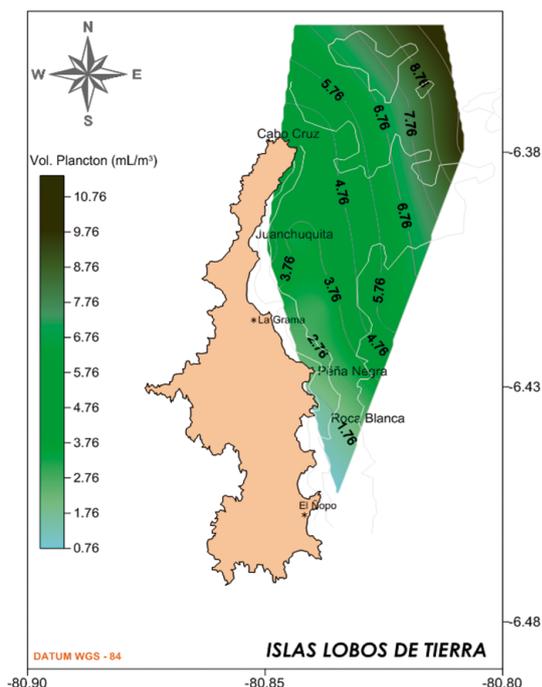


Figura 15.- Volumen de plancton superficial, área del banco natural de concha de abanico. Isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

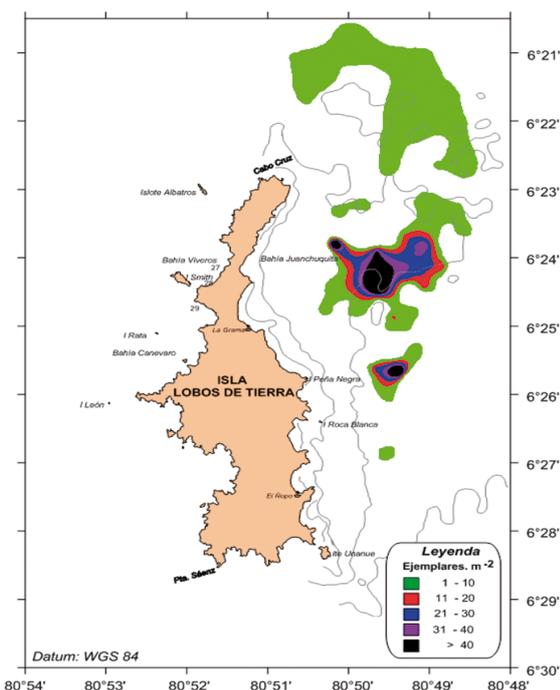


Figura 16.- Distribución y concentración de concha de abanico. Isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

Los organismos componentes del zooplancton en la columna de agua estuvieron integrados por 8 grupos taxonómicos mayores: copépodos, apendicularias, decápodos, anfípodos, sifonóforos, poliquetos, moluscos y briozoarios, siendo los copépodos el grupo más frecuente. No se encontraron larvas de concha de abanico.

### Concha de abanico

Se encontró distribuida entre 6°20'37''S y 6°26'53,5''S (noreste de Cabo Cruz y sur de Roca Blanca), en profundidades que variaron entre 18,3 y 29,7 m. El recurso se encontró disperso formando cinco parches de concentraciones de 1 a 10 ejem.m<sup>-2</sup>, que correspondieron a los estratos III y IV; destacando el registro de concentraciones mayores a 40 ejem.m<sup>-2</sup> frente a Juanchuquita y Peña Negra (Fig. 16).

La densidad media estratificada del recurso fue de 11,10 ejem.m<sup>-2</sup> y la biomasa media estratificada de 76,22 g.m<sup>-2</sup>; mientras que por profundidades la mayor densidad se obtuvo en el estrato III (Tabla 1).

La biomasa total de concha de abanico fue estimada en 1008,2 t (± 38,9%) y la población en 146,8 millones de individuos (± 38,5%). El stock de juveniles (≤ 25 mm), se estimó en 72,3 millones de ejemplares (49,3% de la población) y 70,8 t (7,0% de la biomasa). En la Tabla 2 se dan resultados de julio y noviembre 2017, para comprobar el incremento en la biomasa del recurso.

Tabla 1.- Valores de densidad y biomasa media de concha de abanico por estratos de profundidad. Isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

Estrato	II	III	IV
Profundidad (m)	6 - 10 m	11 - 20 m	> 20 m
Densidad (nº.m <sup>-2</sup> )		12.33	10.32
Biomasa (g.m <sup>-2</sup> )		112.05	51.13
Densidad total (nº)		68 048 550	78 760 017
Biomasa total (kg)		618 219	390 000
Densidad media estratificada (nº.m <sup>-2</sup> )		11,10	
Biomasa media estratificada (g.m <sup>-2</sup> )		76,22	
Densidad total (nº)		146 808 567 (+/- 38,52 %)	
Biomasa total (kg)		1008 219 (+/- 38,91 %)	

Tabla 2.- Población y biomasa de concha de abanico. Isla Lobos de Tierra, julio y noviembre 2017

	Julio		Noviembre	
	Población (millones)	Biomasa (t)	Población (millones)	Biomasa (t)
<b>Total</b>	<b>145,8</b>	<b>473,2</b>	<b>146,8</b>	<b>1008,2</b>
≤ 25 mm	85,6	155,6	72,3	70,8
% ≤ 25 mm	58,7	32,9	49,3	7,0
> 25 y < 65	60,2	317,6	74,5	937,4
% > 25 y < 65	41,3	67,1	50,7	93,0
≥ 65 mm	0,0	0,0	0,0	0,0
% ≥ 65 mm	0,0	0,0	0,0	0,0

La estructura de tallas varió entre 3 y 63 mm de altura valvar, con media de 30,30 mm, mostrando una moda principal en 17 mm y modas secundarias en 22 y 52 mm.

Se evidenció que el total de la población evaluada estuvo representado por individuos menores a la talla comercial (65 mm de altura valvar) en noviembre 2017 (Fig. 17).

El análisis de estadios de madurez gonadal mostró predominio de ejemplares inmaduros (41,83%), seguido de madurantes (29,26%) y desovantes (22,80%); en menor proporción se presentaron los ejemplares desovados (5,92%) y en recuperación (0,18%) (Fig. 18).

**Concha fina**

El recurso estuvo distribuido en profundidades de 8,7 a 22,0 m al norte de Peña Negra (6°25'26''S) y sur

de Roca Blanca (6°26'41,1''S), en concentraciones de 1 a 337 ind.m<sup>-2</sup> con densidad promedio de 42,53 ind.m<sup>-2</sup> (Fig. 19).

La densidad media del recurso fue de 43,10 ejem.m<sup>-2</sup> y la biomasa media de 116,59 g.m<sup>-2</sup>. La población de concha fina para el área total fue de 129,44 millones de ejemplares (± 27,22%) y la biomasa fue estimada en 350,18 t (± 26,92%).

El rango de tallas estuvo comprendido entre 8 y 29 mm de longitud valvar, con una media de 18,87 mm y moda principal en 14 mm (Fig. 20).

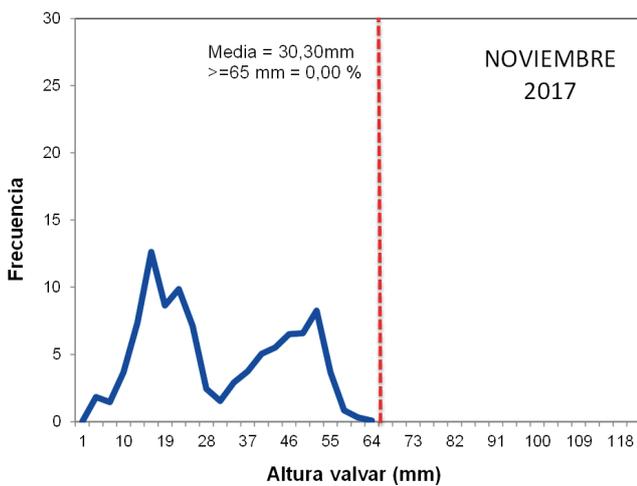


Figura 17.- Estructura de tallas de concha de abanico. Isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

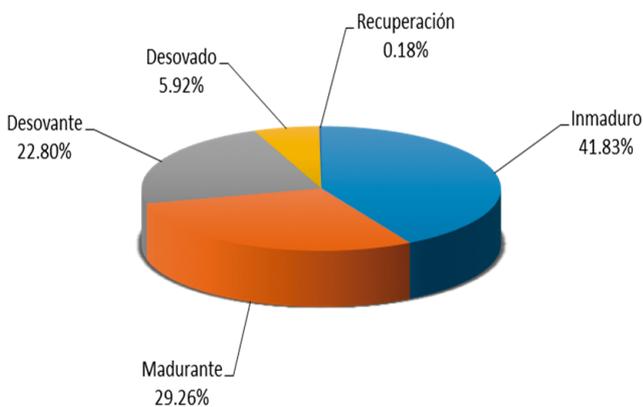


Figura 18.- Valores porcentuales de los estadios de madurez gonadal de concha de abanico. Isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

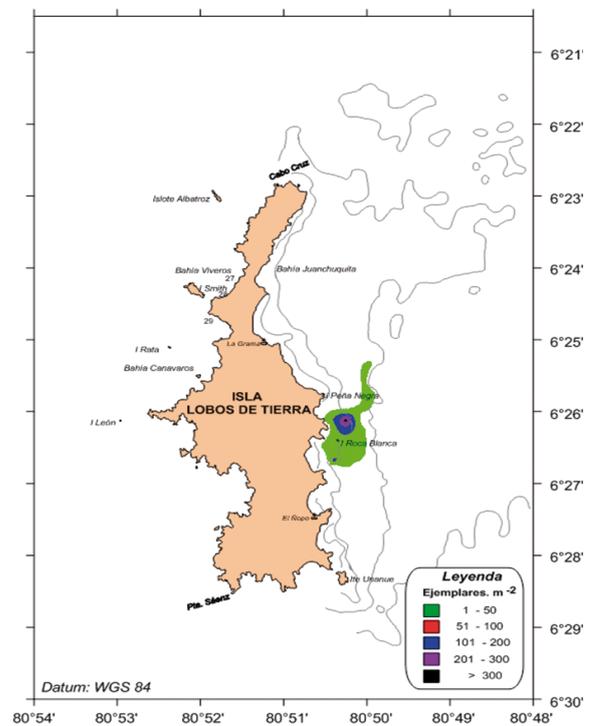


Figura 19.- Distribución y concentración de concha fina. Isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

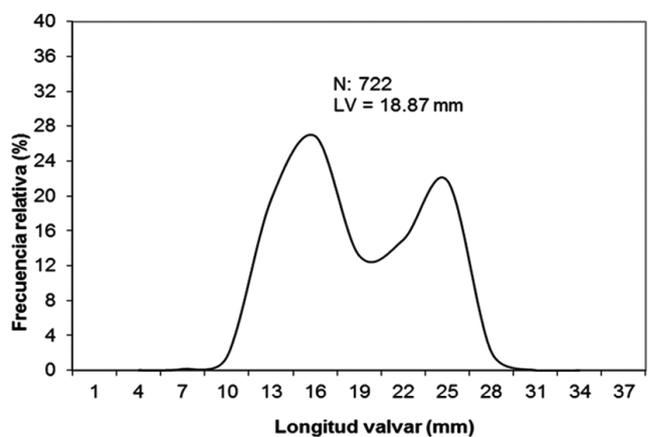


Figura 20.- Estructura de tallas de concha fina. Isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

Los estadios de madurez gonadal (hembras) analizados microscópicamente, indicaron el predominio de ejemplares maduros (40,54%) y en maduración y evacuación (18,92%), en menor proporción se encontraron los ejemplares inmaduros con 5,46% (Fig. 21).

**Pulpo**

El recurso se encontró muy escaso y disperso, distribuyéndose mayormente al lado oeste de la isla; De las 26 estaciones efectuadas, solo el 53,8% fueron positivas (Fig. 22). Las mayores concentraciones se presentaron al lado este de Cabo Cruz.

El rango de tallas estuvo comprendido entre 105 y 165 mm de longitud de manto, con moda en 150 mm y media de 133,25 mm.

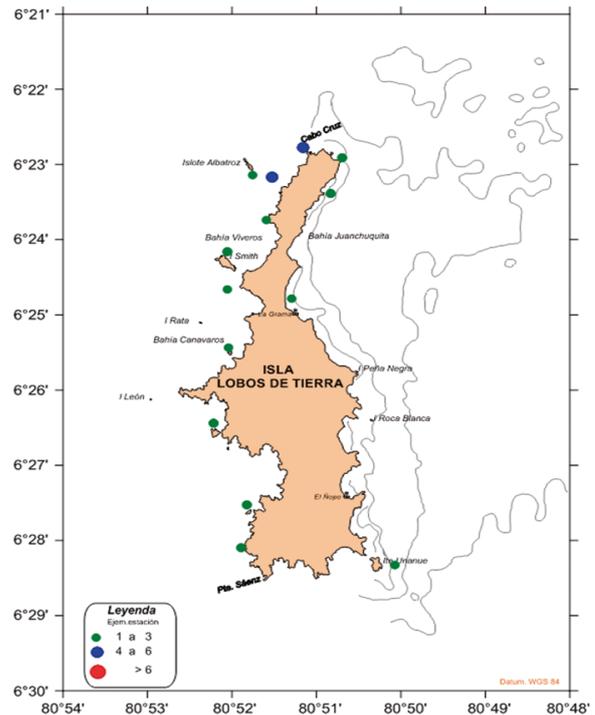


Figura 22.- Distribución y concentración de pulpo. Isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

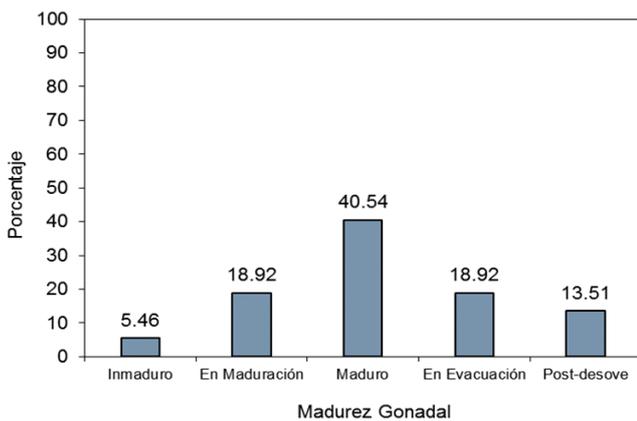


Figura 21.- Estadios de madurez gonadal (hembras) de concha fina. Isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

El peso promedio fue de 560,52 g y el 100% de ejemplares no superaron el peso mínimo de extracción (1 kg) (Fig. 23).

El análisis de los estadios de madurez gonadal (hembras) del pulpo mostró el predominio de ejemplares en maduración (60%), seguido de los ejemplares en desarrollo (30%), mientras que en menor proporción se encontraron los ejemplares en madurez total (10%).

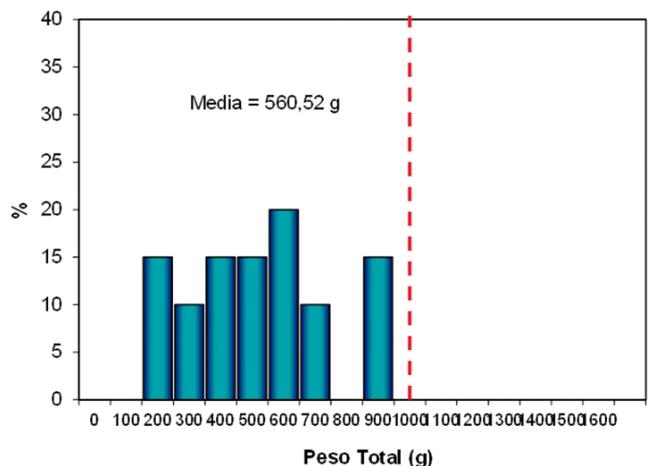
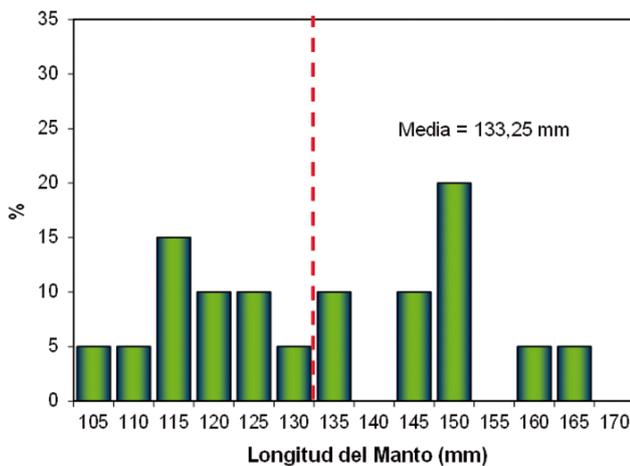


Figura 23.- Estructura de tallas (a) y pesos (b) de pulpo. Isla Lobos de Tierra, noviembre 2017

### 4. DISCUSIÓN

#### Concha de abanico

Durante el periodo 1995-2017, las evaluaciones poblacionales de este recurso muestran que su población y biomasa han fluctuado a través del tiempo (Fig. 24). Cabe resaltar que la disminución de la biomasa en noviembre del 2006, pudo deberse a una conjunción de factores que involucraría la intensa actividad extractiva ejercida sobre el recurso, el cual es trasladado a Piura para engorde, y a factores ambientales imperantes en el área del banco natural del recurso, producida durante el segundo semestre del 2016, tal como se pudo constatar durante la evaluación cuando el sustrato predominante presentó condiciones reducidas con condiciones hipóxicas en la mayor parte del área a diferencia de lo encontrado en octubre del año 2015 (RAMÍREZ *et al.*, 2016) y lo encontrado en julio y noviembre de 2017.

DE LA CRUZ *et al.* (2009) indican que la evaluación realizada en noviembre 2009, mostró un

incremento de biomasa y población el cual podría estar relacionado a la escasa actividad extractiva en el banco natural desde junio 2008 y al exitoso reclutamiento durante ese periodo, debido, posiblemente, a las condiciones ambientales favorables registradas el año 2009 que se caracterizó por el desarrollo de condiciones cálidas en forma sostenida desde el segundo trimestre. En el 2012, los estimados poblacionales de este recurso fueron los más altos desde el año 1995.

En la figura 25 se observa que desde abril de 2014 las biomazas medias y densidades medias disminuyeron sustancialmente, debido posiblemente a la explotación indiscriminada del recurso unido a condiciones ambientales adversas como eventos extremos (El Niño). Las densidades medias han sido fluctuantes, encontrando mayores valores en diciembre 2012 (35,33 ind.m<sup>-2</sup>), noviembre 2009 (30,62 ind.m<sup>-2</sup>), julio 2010 (18,60 ind.m<sup>-2</sup>) y octubre 2008 (15,20 ind.m<sup>-2</sup>), mientras que las menores densidades se presentaron en mayo y agosto del 2007 con 0,35 y 0,46 ind.m<sup>-2</sup>, respectivamente.

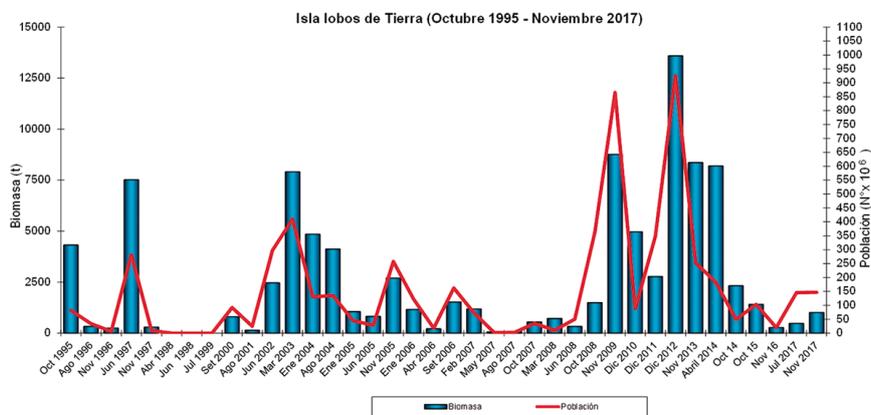


Figura 24.- Población y biomasa de concha de abanico. Isla Lobos de Tierra, octubre 1995 – noviembre 2017

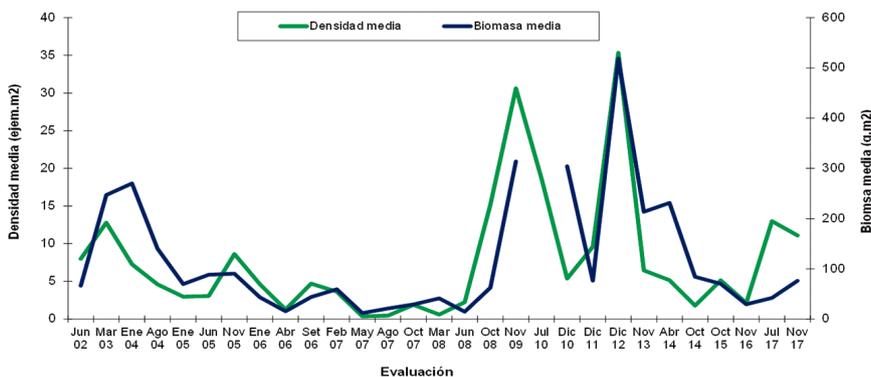


Figura 25.- Variación de la densidad y biomasa media de concha de abanico. Junio 2002 – noviembre 2017. Isla Lobos de Tierra

Las evaluaciones realizadas entre junio de 2002 y noviembre 2017, muestran un reclutamiento (<65 mm) muy variable, observándose que los más altos se presentaron durante diciembre 2012, noviembre 2009, marzo 2003 y diciembre 2011; mientras que, durante las evaluaciones realizadas en el 2017 no se encontró ningún ejemplar ≥65 mm en el área evaluada (Fig. 26).

Esta situación podría verse intensificada como consecuencia de la extracción de individuos llamados comúnmente “semillas”, los cuales son trasladados a la bahía de Sechura para crecimiento y engorde tal como lo reportan RAMÍREZ *et al.* (2016).

No se encontraron ejemplares mayores a la TME. Las tallas medias del recurso durante el periodo 2002 a 2017, han sido muy variables, encontrándose la mayor talla media (68,8 mm) en agosto 2007, cuando se registró anomalía negativa de TSM, mientras que las menores tallas medias se encontraron durante periodos cálidos (diciembre 2012, diciembre 2011, octubre de 2008, setiembre 2006, noviembre 2005, octubre 2015 y en 2017), lo

que estaría indicando que la temperatura es un factor que incide sobre el reclutamiento de este recurso (Fig. 27).

Los muestreos realizados con el fin de capturar larvas de concha de abanico en esta evaluación fueron negativos en las estaciones muestreadas, lo que sugiere su poca o nula presencia en el área del banco natural durante el 2017. MARTÍNEZ-GUZMÁN (2008) sostiene que existen varios factores que afectan el desarrollo gonadal y de gametos así como el desove, la fecundación y el crecimiento de los individuos de *A. purpuratus*; entre estos factores los más importantes son temperatura, salinidad, disponibilidad de alimento, oxígeno disuelto, fotoperiodo, entre otros; si bien es cierto que la temperatura y salinidad registrados durante este estudio no fueron significativamente altos debemos precisar que el estudio se realizó en una etapa post Niño, que pudo haber influido de manera significativa en el desarrollo larval del recurso, al igual que las condiciones anóxicas y el mal estado de salud del sustrato pudo haber afectado el ciclo reproductivo de los individuos adultos.

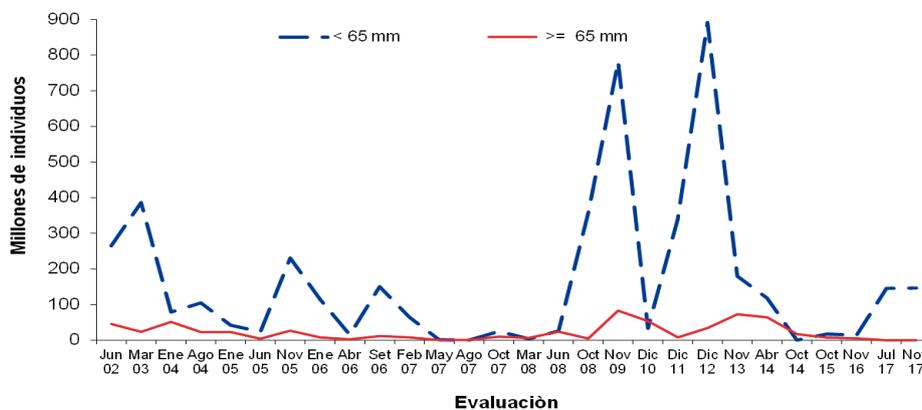


Figura 26.- Número de individuos menores y mayores de la talla mínima legal, estimado durante las evaluaciones junio 2002- noviembre 2017

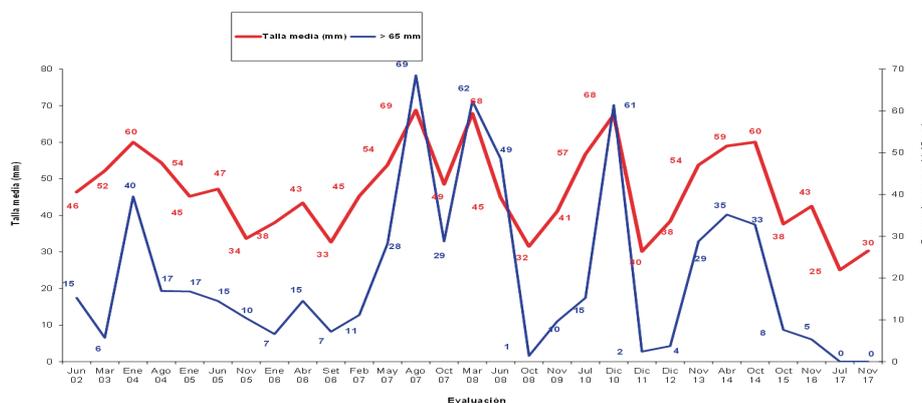


Figura 27.- Variaciones anuales de la talla media y porcentaje de ejemplares mayores a la TME. Evaluaciones de concha de abanico en isla Lobos de Tierra. Junio 2002- noviembre 2017

### Concha fina

Las densidades y biomasa medias de concha fina durante el periodo julio 2010 y noviembre 2017 han mostrado variaciones, registrándose las mayores densidades y biomasa media en octubre 2011 (303,82 ind.m<sup>-2</sup> y 902,77 g.m<sup>-2</sup>) y junio 2013 (245,10 ind.m<sup>-2</sup> y 1010,04 g.m<sup>-2</sup>); mientras que, la más bajas se registraron durante noviembre 2016 (8,86 ind.m<sup>-2</sup> y 48,18 g.m<sup>-2</sup>) (Fig. 28).

La disminución sostenida que se observa a partir de abril 2014, probablemente esté asociada a la naturaleza del sustrato y su contenido orgánico, los que influyen en el desarrollo de las poblaciones de bivalvos como se ha señalado para otras especies (Wade, 1967 citado en DE LA CRUZ *et al.*, 2011).

Con respecto a la biomasa y población, también se observan fluctuaciones, encontrándose que el recurso desde junio 2013 no se pudo

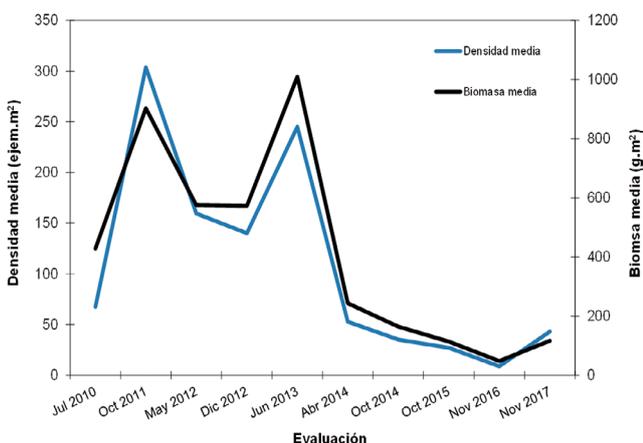


Figura 28.- Variación de la densidad y biomasa media de concha fina, isla Lobos de Tierra. Julio 2010 – noviembre 2017

recuperar (Fig. 29), esta disminución de sus niveles poblacionales, estaría relacionada con su extracción indiscriminada ya que no se cuenta con medidas de regulación ni ordenamiento, mientras tanto extractores de la región Piura siguen llevando el producto hacia Matacaballo, Parachique y Puerto Rico (Inf. Interno IMARPE- Sede Piura).

La talla media de concha fina, desde octubre 2011 a noviembre 2017 ha mostrado constantes variaciones, como se observa en la figura 30.

Con respecto a los aspectos reproductivos de concha fina (Fig. 31) se observa el predominio de individuos maduros, con mayor proporción en mayo 2012, octubre 2014 y noviembre 2016, lo que sugiere que la actividad reproductiva de esta especie es constante, típica de muchas especies de bivalvos tropicales, como lo menciona URBAN (2001).

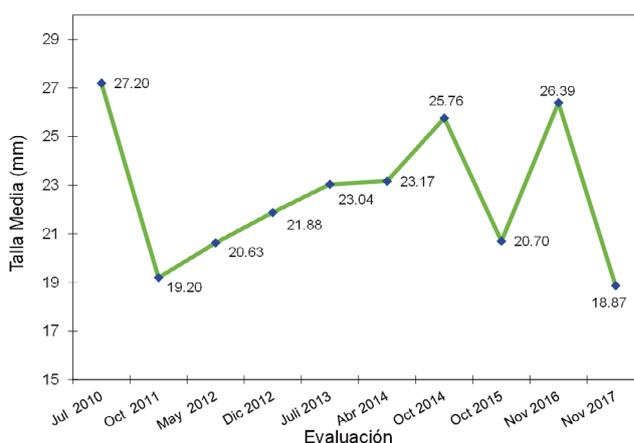


Figura 30.- Variación de la talla media de concha fina. Isla Lobos de Tierra. Julio 2010 – noviembre 2017

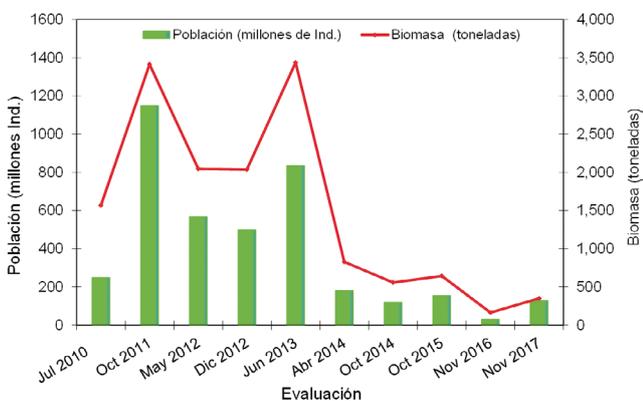


Figura 29.- Estimados de biomasa y población de concha fina, isla Lobos de Tierra. Julio 2010 a noviembre 2017

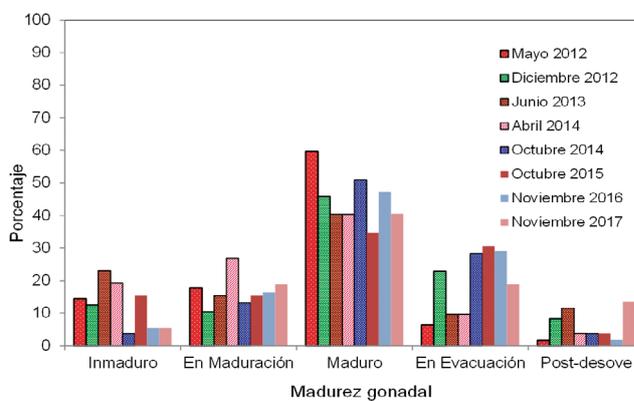


Figura 31.- Variación de la madurez gonadal (hembras) de concha fina. Isla Lobos de Tierra, mayo 2012 – noviembre 2017

### Pulpo

En la Región Lambayeque, los mayores desembarques del recurso pulpo, provenientes de las islas Lobos de Tierra y Lobos de Afuera se dieron durante los años 2000 y 2001, desde entonces se mantiene una tendencia decreciente.

A pesar que en Lambayeque los desembarques de pulpos son escasos y se han tomado medidas de regulación (R M N° 791-2008-PRODUCE, R M N° 063-2009-PRODUCE, R M N° 483-2009-PRODUCE), los extractores de la Región Piura mantienen la actividad extractiva en las islas Lobos de Afuera y Lobos de Tierra, que desembarcan en Parachique y Puerto Rico; la R M N° 350-2015-PRODUCE autoriza su extracción para los departamentos de Piura y Lambayeque estableciendo una cuota máxima

de 223,5 toneladas para el año 2015, basada en el análisis de la pesquería y biología del pulpo en el litoral norte señalando, entre otros aspectos, que los desembarques en esas localidades representaron el 43,44 y 2,99%, para el total desembarcado en el litoral peruano durante el periodo 2000-2014.

En la Región Piura los mayores desembarques procedentes de la isla Lobos de Tierra se registraron en los años 2002 y 2007 con 134,4 y 172,7 t, respectivamente, (Fig. 32), en mayo del 2013 solo se registraron 39,25 t (Fuente: IMARPE- Paita).

Las densidades y biomásas medias durante el periodo mayo 2012 y noviembre 2017 han fluctuado a través del tiempo, observándose los valores más bajos en abril 2014 con 0,34 ind.10 min<sup>-1</sup> y 253,45 kg/10 min<sup>-1</sup>; mientras que los mayores se registraron en junio 2013 con 1,95 ind.10 min<sup>-1</sup> y 1065,87 kg/10 min<sup>-1</sup> (Tabla 3).

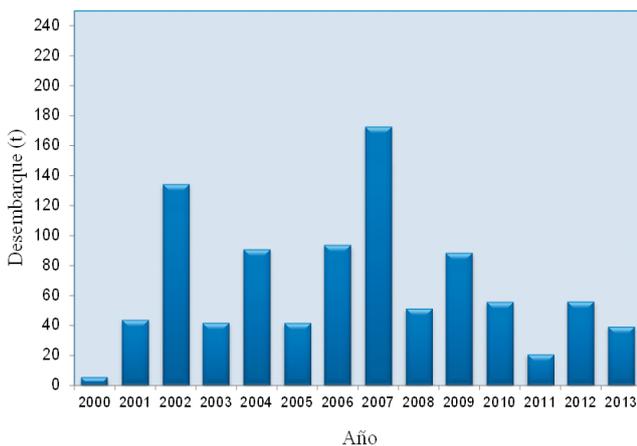


Figura 32.- Desembarque (t) de pulpo en la región Piura procedente de la isla Lobos de Tierra

Tabla 3.- Densidad y peso por 10 min de muestreo de pulpo durante las prospecciones en la isla Lobos de Tierra, mayo 2012 – noviembre 2017

Evaluación	Densidad	Peso
	(Ind.10 min <sup>-1</sup> )	(kg.10 min <sup>-1</sup> )
Mayo 2012	1,07	538,99
Junio 2013	1,95	1065,87
Abril 2014	0,34	253,45
Octubre 2014	0,96	485,51
Octubre 2015	0,96	328,99
Noviembre 2016	1,42	791,34
Noviembre 2017	1,12	717,31

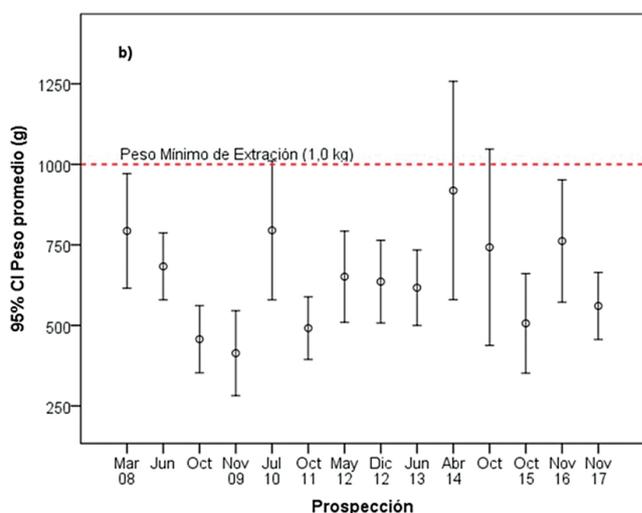
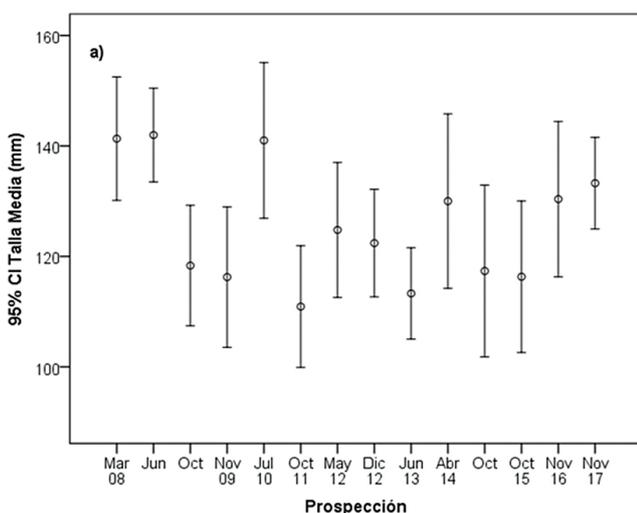


Figura 33.- Variación de la talla media (a) y peso promedio (b) de pulpo *Octopus mimus*. Isla Lobos de Tierra, marzo 2008 – noviembre 2017

La talla media del pulpo durante esta prospección alcanzó a 133 mm LDM similar a la detectada en noviembre del 2016 (130 mm LDM); sin embargo, el peso promedio fue inferior, esto podría estar relacionado a que los individuos se encontraron magros, probablemente por escasez de alimento en el área prospectada. Así mismo, la evolución de la talla media encontrada durante el 2017 es superior en todas las prospecciones excepto en julio 2010 (141,0 mm de LDM), marzo y junio 2008 (141,32 y 141,98 mm, respectivamente) (Fig. 33a).

La evolución del peso promedio fue variable, durante el período marzo 2008 y noviembre 2017 se encontraron por debajo del peso mínimo reglamentario, lo que estaría evidenciando el efecto de los niveles crecientes de extracción y del esfuerzo de pesca sobre ejemplares por debajo del peso mínimo de extracción y sobre la disponibilidad del recurso en su área habitual, además sugieren la existencia de reclutamientos en las diferentes épocas del año (Fig. 33b).

La evolución del ciclo reproductivo del pulpo en hembras, para el periodo mayo 2012 a noviembre 2017, muestra que el estadio en desarrollo predominó en mayo y diciembre 2012, octubre 2015 y noviembre 2016, el estadio en maduración en abril 2014 y en noviembre 2017 y el estadio inmaduro en junio 2013 y octubre 2014. No se observaron ejemplares en estadio de post-fresa posiblemente debido al breve periodo en que alcanza esta condición de reproducción (Fig. 34).

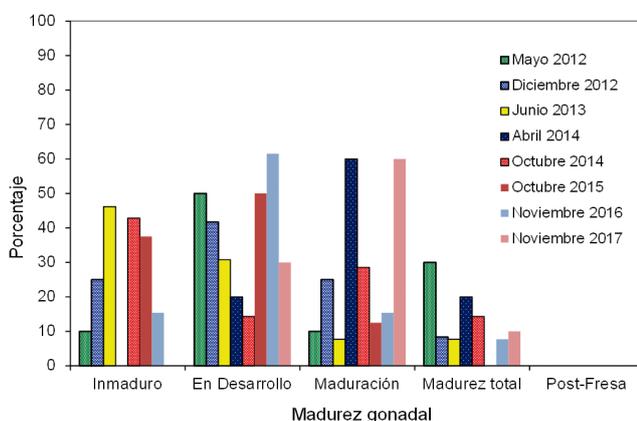


Figura 34.- Evolución de los estadios de madurez gonadal de pulpo *Octopus mimus*. Isla Lobos de Tierra, mayo 2012 – noviembre 2017

## 5. CONCLUSIONES

Después del evento “Niño Costero 2017”, desde julio 2017 el ambiente marino mostró condiciones tendientes a la normalización, las que fueron favorables para el exitoso reclutamiento que se pudo evidenciar durante noviembre 2017, además estas condiciones ambientales favorecieron la reactivación de afloramiento en el área evaluada, reflejada en la alta productividad primaria como disponibilidad de alimento, que indica condiciones ambientales propicias para la recuperación de los recursos evaluados.

Las estimaciones de concha de abanico han permitido observar un incremento importante de la biomasa en 113,1% con respecto a la evaluación realizada en julio del 2017; sin embargo, respecto a la población el incremento no fue significativo (0,67%) debido a la extracción indiscriminada por parte de extractores de la Región Piura, quienes estuvieron extrayendo durante los días de evaluación ejemplares de tallas entre 25 y 35 mm de longitud valvar.

El importante incremento de la biomasa es atribuido a que el recurso concha de abanico ha crecido en tamaño y peso lo que es evidenciado en la estructura de tallas, debido a la presencia de una fracción importante de individuos adultos entre 31 y 63 mm de altura valvar (ejemplares no comerciales); situación que no se presentó durante la evaluación de julio 2017 cuando las tallas del recurso se encontraron entre 10 y 39 mm.

En noviembre 2017 la concha de abanico se encontró distribuida en tres áreas con concentraciones mayores a 40 ejemplares.m<sup>2</sup>, dentro los estratos III y IV, el más importante frente a Juanchuquita con sustrato constituido por tubos de poliquetos y arena media, siendo éstos los más adecuados para su asentamiento y crecimiento.

Con respecto a la concha fina, también se vio favorecida por las condiciones ambientales imperantes, su población estuvo conformada por un grupo modal principal en 14 mm; sus índices poblacionales tuvieron un incremento importante respecto a la evaluación realizada en noviembre del 2016 cuando se estimaron 30,17 millones de ejemplares y 163,97 t; el recurso se

presentó en concentraciones entre 1 y 337 ind.m<sup>-2</sup>, superior a los resultados obtenidos en noviembre 2016 (7 y 126 ind.m<sup>-2</sup>).

La población de pulpo, estuvo integrada principalmente por ejemplares juveniles, su distribución fue muy dispersa en concentraciones bajas; así mismo, la totalidad de ejemplares no superaron el peso mínimo de extracción, debido a su constante extracción.

## REFERENCIAS

- ARGUELLES J, AGUILAR S, ALFARO S, BERRÚ P, DE LA CRUZ J, DONAYRE S, FLORES D, GALINDO O, HOSTIA P, RAMÍREZ A, TAIPE A, TEJADA A, SANJINEZ M, TORRES E, ORDINOLA E, YAMASHIRO C. 2011. Protocolo para la Evaluación de concha de abanico *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819). Inf Inst Mar Perú.38(4): 359-371.
- CARRITT D, CARPENTER J. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in seawater a 40 NASCO. Report. Journal Marine Research. 24: 286-318.
- CARDOSO F, VILLEGAS P, ESTRELLA C. 2004. Observaciones sobre la biología de *Octopus mimus* (Cephalopoda: Octopoda) en la costa peruana. Revista peruana de biología. 11(1): 45 - 50.
- COCHRAN W W. 1980. Técnicas de muestreo. CECOSA, México. 513 pp.
- BUITRÓN B, PEREA A. 1997. Informe del estado reproductivo de "almeja" *Gari solida* de la zona de Pisco. Informe Interno. IMARPE.
- 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. Informe interno. Inst. Mar del Perú.
- DE LA CRUZ J, RAMÍREZ P, LLANOS J. 2011. Evaluación de los bancos naturales de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y prospección de pulpo (*Octopus mimus*) en isla Lobos de Tierra. 17 - 26 de julio del 2010. Informe interno. Inst. Mar del Perú.
- IMARPE. 2012. Manual de procedimiento para el muestreo y ensayo semicuantitativo y cuantitativo del fitoplancton potencialmente tóxico. Inst. Mar del Perú.
- MARTÍNEZ-GUZMÁN G. 2008. Control de la reproducción y producción de semillas de bivalvos en sistemas controlados. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds.). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 267-275.
- NACARINO M. 1997. Aspectos reproductivos del pulpo *Octopus mimus* en la zona de Pucusana. Tesis para optar la Licenciatura en la Universidad Particular Ricardo Palma. Pp. 98.
- RAMÍREZ P, DE LA CRUZ J, CASTRO J. 2016. Evaluación de los bancos naturales de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y prospección de pulpo (*Octopus mimus*) en isla Lobos de Tierra. 29 de octubre al 07 de noviembre del 2016. Informe interno. Inst. Mar del Perú.
- SAMAMÉ M, VALDIVIESO V, YAMASHIRO C, MÉNDEZ J, ZEVALLOS J, MORÓN O. 1985. Evaluación de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia, Pisco, en octubre - noviembre de 1985. IMARPE. Informe interno. 42 pp.
- SANJINEZ M, TAIPE A, BERRÚ P, ALFARO S. 2016. Protocolo para el muestreo biológico y biométrico de bivalvos marinos. Inf Inst Mar Perú. 43(4): 349-364.
- TAFUR R, MARIÁTEGUI L, CONDORI W, BUTRÓN B. 2016. Protocolo para el muestreo biológico y biométrico de cefalópodos. Inf Inst. Mar. Perú. 43(4): 375-401.
- URBAN H J. 2001. Reproductive strategies in tropical bivalves (*Pteria colymbus*, *Pinctada imbricata* and *Pinna carnea*): Temporal coupling of gonad production and spat abundance related to environmental variability. J Shellfish Res. 20: 1127-1134.
- VALDIVIESO V, ALARCÓN V. 1985. Comportamiento del ciclo sexual y cambios en la abundancia de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en el área del Callao durante el fenómeno El Niño 1982-83. En: Ciencia, Tecnología y Agresión Ambiental: El fenómeno El Niño. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima, Perú. 455-482.