

EVALUACIÓN BIOLÓGICO POBLACIONAL DE CONCHA DE ABANICO (*Argopecten purpuratus*) EN BAHÍA INDEPENDENCIA, PISCO (12 - 26 DE ABRIL, 2024)

POPULATION AND BIOLOGICAL EVALUATION OF *Argopecten purpuratus* IN INDEPENDENCIA BAY, PISCO (APRIL 12–26, 2024)

Oscar Galindo F.^{1*}
Elvis Roca B.¹

Sixto Quispe C.¹
Marcelo Crispin C.²

RESUMEN

GALINDO F., O., QUISPE C., S., ROCA B., E. & CRISPIN C., M. (2025). Evaluación biológico poblacional de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en bahía Independencia, Pisco (12 - 26 de abril, 2024). *Inf Inst Mar Perú*, 52(4), 486-500.- El objetivo fue determinar el estado biológico y poblacional de la concha de abanico en bahía Independencia, Pisco. Con el aumento de la temperatura del mar como consecuencia del evento El Niño 2023-24, los pescadores marisqueros tenían expectativa por el aumento poblacional del recurso en los bancos naturales, comportamiento característico bajo estas condiciones ambientales; sin embargo, los resultados de la evaluación revelaron una pobre población, con bajas densidades (0,578 ind/m² en promedio). La Pampa, el principal banco natural de la bahía, mostró la densidad media más baja de las últimas dos décadas, con 0,01 ind/m². La biomasa estimada alcanzó solo 173,12 t ($\pm 32,57\%$) y la población en 10 748 063 individuos ($\pm 52,60\%$), lo que refleja la situación crítica para este recurso en sus bancos naturales. Durante la evaluación, no se observaron concesiones ilegales para engorde o confinamiento y en Tunga - El Queso, se identificaron tres lotes operativos de 23 destinados a la actividad acuícola, con una población potencialmente reproductiva de aproximadamente 3 840 000 individuos en sistemas suspendidos. La talla media observada en la evaluación fue de 46,32 mm ($\pm 21,55$) de altura valvar, con 81,9% de los ejemplares por debajo de la talla mínima de captura (TMC). En cuanto a la actividad reproductiva, se observó al 32,1% de ejemplares en estadio III (desovante). Los valores de temperatura superficial del mar registrados en la estación ubicada en la isla Independencia, mostraron que el evento El Niño 2023-24 inicio en marzo del 2023, calculándose anomalía térmica positiva promedio de 2,6 °C y máximo de 3,9 °C en julio y agosto 2023. A pesar que la temperatura mostró anomalía térmica similar al Niño 1997-98, no se registró crecimiento poblacional significativo en los bancos naturales de concha de abanico en bahía Independencia.

PALABRAS CLAVE: *Argopecten purpuratus*, concha de abanico, evaluación bahía Independencia

ABSTRACT

GALINDO F., O., QUISPE C., S., ROCA B., E. & CRISPIN C., M. (2025). Population and biological evaluation of *Argopecten purpuratus* in Independencia Bay, Pisco (April 12 - 26, 2024). *Inf Inst Mar Peru*, 52(4), 486-500.- This study aimed to evaluate the biological and population status of *Argopecten purpuratus* in Independencia Bay, Pisco. With the increase in sea surface temperature associated with the 2023–2024 El Niño event, local shellfishers expected a recovery of natural populations, a response commonly observed under warm conditions. However, survey results indicated a depleted stock, characterized by low average densities (0.578 ind/m²). La Pampa, the bay's main natural bed, showed the lowest mean density recorded in the past two decades, with only 0.01 ind/m². The estimated biomass was 173.12 t ($\pm 32.57\%$) and the population size was approximately 10,748,063 individuals ($\pm 52.60\%$), reflecting a critical condition for this resource in its natural habitats. No evidence of illegal concessions for fattening or confinement was observed. In the Tunga–El Queso area, three of 23 authorized aquaculture lots were active, holding an estimated 3.84 million potentially reproductive individuals in suspended culture systems. The mean shell height recorded was 46.32 mm (± 21.55), with 81.9% of specimens below the minimum legal catch size. In terms of reproductive activity, 32.1% of the individuals were in spawning condition (Stage III). Sea surface temperature data from the Independencia Island station showed that the 2023–2024 El Niño event began in March 2023, with an average positive thermal anomaly of 2.6 °C and a maximum of 3.9 °C during July–August. Despite thermal anomalies comparable to those observed during the 1997–1998 El Niño, no significant population recovery of *A. purpuratus* was detected in the natural beds of Independencia Bay.

KEYWORDS: *Argopecten purpuratus*, scallop, assessment of Independencia Bay

¹ Instituto del Mar del Perú, (IMARPE), Laboratorio Costero de Pisco, Ica, Perú

² IMARPE, Dirección General de Investigaciones Oceanográficas y de Cambio Climático, Callao, Perú

* Correspondencia: ogalindo@imarpe.gob.pe

1. INTRODUCCIÓN

El evento de El Niño se caracteriza por el calentamiento anómalo de las aguas superficiales del océano Pacífico ecuatorial, que tiene efectos significativos y diversos en los ecosistemas marinos a nivel global. En la costa del Perú, este fenómeno altera drásticamente las condiciones oceanográficas y meteorológicas, impactando de manera notable la biodiversidad marina y las actividades económicas asociadas, como la pesca.

Una de las especies marinas más favorecidas por El Niño en la región de Ica es la concha de abanico *Argopecten purpuratus*. Este bivalvo es de gran importancia económica y social, especialmente en la bahía Independencia, donde se encuentran los principales bancos naturales del Perú. La concha de abanico es una fuente vital de ingresos y sustento para muchas comunidades de pescadores artesanales.

Los eventos El Niño de 1982-83 y 1997-98 tuvieron un impacto positivo en las poblaciones de concha de abanico en bahía Independencia, desencadenando los conocidos "boom" que beneficiaron significativamente al pescador artesanal. El aumento de la temperatura del mar el 2023 como consecuencia del evento El Niño creó expectativas ante el posible aumento poblacional de la concha de abanico en sus bancos naturales, sin embargo, con el paso de los meses, los buzos no observaron presencia de "semilla" en los bancos naturales, habiendo preocupación porque no se recuperaron los bancos naturales de este recurso.

Después de 21 años de veda (R. M. N° 189-2003-PRODUCE) del recurso concha de abanico *Argopecten purpuratus* en bahía Independencia, la medida de manejo no está teniendo resultados, la continua y descontrolada extracción furtiva de "semillas" y juveniles para confinamiento, estaría afectando significativamente el proceso de repoblamiento y reclutamiento en los bancos naturales, lo que se traduce en pobres densidades poblacionales del recurso en sus bancos naturales.

En Pisco, es una prioridad fortalecer las medidas de control pesquero, que favorezcan la sostenibilidad del recurso en sus bancos naturales y de su pesquería. Ante ello, el IMARPE dentro de sus

competencias, con la finalidad de conocer la situación actual de concha de abanico en la bahía Independencia, Pisco, Ica, a través del Laboratorio Costero de Pisco, realizó la evaluación poblacional del recurso del 12 al 26 de abril 2024, cuyos principales resultados se muestran en el presente informe.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El presente estudio se realizó en bahía Independencia, Pisco, dividiéndose el área en nueve zonas y tres estratos de profundidad: I (5 - 10 m), II (10 - 20 m) y III (20 - 30 m) y se establecieron 263 estaciones biológicas (Tabla 1, Fig. 1a) y 27 estaciones oceanográficas (Tabla 1, Fig. 1b). Las estaciones biológicas se establecieron en base al tamaño del banco natural y el patrón de distribución del recurso.

Colecta y análisis de muestras. Para la evaluación poblacional del recurso, se consideraron tres componentes: los bancos naturales, las concesiones marinas (legales) y áreas de engorde (concesiones ilegales). Los muestreos de campo se realizaron a bordo de la embarcación del IMARPE "Don Manuel" con matrícula PS-23350-EM, y la embarcación artesanal "Mauricio" con matrícula PS-42625-BM, ambas embarcaciones trabajaron simultáneamente en la misma zona de muestreo y estuvieron provistas de compresora, equipo de buceo semiautónomo y accesorios para el trabajo de toma de muestras. En cada estación biológica se registró la temperatura superficial del mar (TSM) con un termómetro ASTM 63C, con escala de -8 a +32 °C y división de 0,1 °C.

Tabla 1.- Distribución de estaciones biológicas por zonas y estratos de profundidad, bahía Independencia, Pisco 12 al 26 de abril 2024

	I	II	III	Total
	5 a 10 m	10 a 20 m	20 a 30 m	
El Ancla	7	9		16
El Chucho	3	16	4	23
Carhuaz	4	37	5	46
Tunga - El Queso	5	16	2	23
La Pampa	3	72	4	79
Pta Callao-Guaniillo	8	12	5	25
Pan de Azucar	5	3	2	10
Santa Rosa	5	3	2	10
P. Ventosa-Morro Quemado	3	24	4	31
Total	43	192	28	263

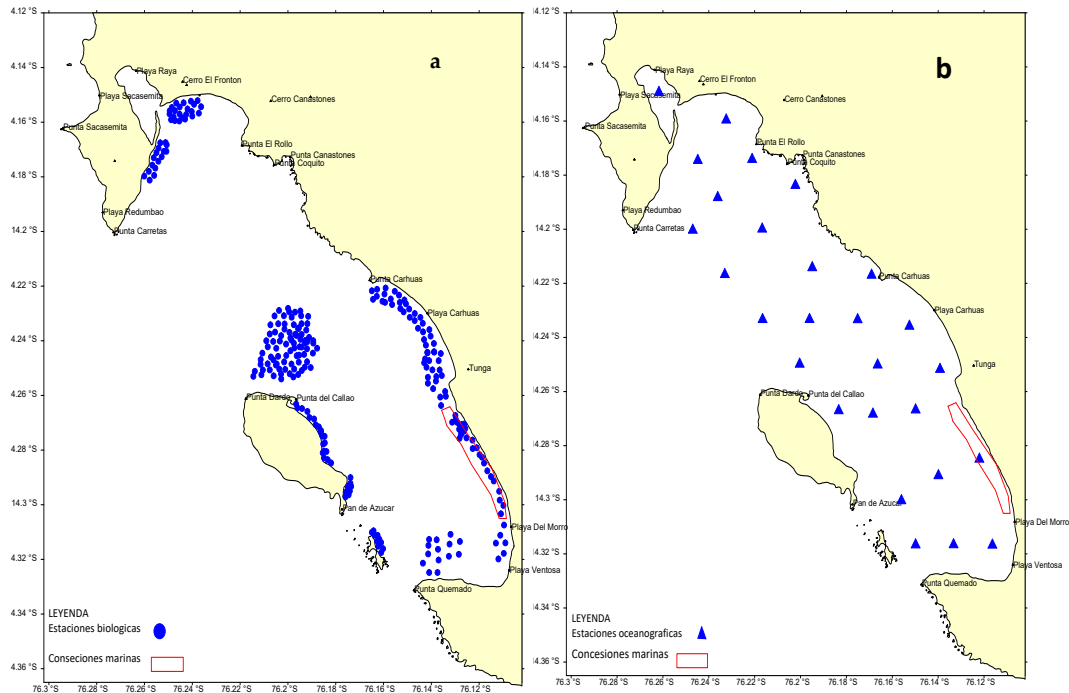


Figura 1.- Estaciones biológicas (a) y oceanográficas (b) en la evaluación poblacional de concha de abanico en la bahía Independencia-Pisco, 12 al 26 de abril 2024

Muestreo en bancos naturales. En cada estación biológica, la unidad de muestreo fue un cuadrado metálico de un metro de lado, donde el buzo debe coleccionar todos los ejemplares de concha de abanico y otros organismos acompañantes contenidos dentro de dicha unidad (ARGÜELLES *et al.*, 2011). En las estaciones donde se observó presencia del recurso, el buzo realizó un raleo en los alrededores de la unidad de muestreo, información que se utilizó para indicar la presencia del recurso y complementar los muestreos biométricos y biológicos de la evaluación. Asimismo, en cada estación se registró información sobre tipo de sustrato, visibilidad en el agua, intensidad de las corrientes y estado del mar. Las muestras coleccionadas fueron rotuladas a bordo y procesadas en las instalaciones de la isla Independencia, donde se realizó el muestreo biométrico y biológico de concha de abanico según el protocolo de muestreo de moluscos bivalvos (SANJINEZ *et al.*, 2016).

Muestreos en concesiones marinas y áreas de engorde. Para el muestreo en concesiones marinas, se coordinó con la DIREPRO – Ica y la Reserva Nacional de Paracas, para obtener información de la producción cultivada de concha de abanico en las concesiones legales ubicadas en bahía Independencia, con el fin de conocer la biomasa no considerada en la población evaluada en los

bancos naturales. Asimismo, de las concesiones se obtuvieron ejemplares de concha de abanico para realizar el muestreo biométrico, con el fin de conocer la estructura de esa población cultivada. Para ubicar concesiones ilegales para engorde, en las zonas evaluadas se buscó la presencia de boyas demarcatorias o embarcaciones de guardianía, lo que señalaría la presencia de corrales de engorde.

Para la navegación y ubicación de las estaciones biológicas y oceanográficas se utilizaron equipos GPS portátiles (GPSmap 62sc) y cartas de navegación en el sistema DATUM WGS84 de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú. La profundidad se midió con un profundímetro digital portátil.

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

Se realizaron 27 estaciones oceanográficas, cuyas posiciones geográficas fueron geo referenciadas con un GPS portátil marca Garmin, modelo MAP76 (Datum WGS84). Los parámetros oceanográficos considerados en cada estación de muestreo fueron: temperatura, oxígeno disuelto, potencial de iones de hidronio pH, salinidad y corrientes marinas. Los niveles de toma de información en la columna de agua fue 5, 10, 25, 50 m de profundidad.

La temperatura se registró con un termómetro de precisión tipo ASTM 63C, con escala de -8 a +32 °C y división de escala de 0,1 °C. El oxígeno disuelto se determinó según el método de Winkler, modificado por CARRIT y CARPENTER (1966). La salinidad fue determinada por conductividad, utilizando el salinómetro Guildline, modelo Portasal 8410A. La profundidad, se registró mediante una sonda portátil sumergible marca Hondex, modelo PS-7, escala de profundidad entre 0,6 y 80 m. La velocidad del viento se midió con un anemómetro de copa portátil, de marca Twilight, modelo LT-ABH4224, la dirección de viento se determinó con un compás magnético. Los registros de temperatura y salinidad en la columna de agua, se registraron con un mini CTD CastAway – CTD, con rango de profundidad 0 – 100 m, rango de salinidad hasta 42, rango de temperatura -5 a 45 °C y rango de presión 0 a 100 dBar.

La información batimétrica, se registró en una Ecosonda Científica Multihaz, instalada en la embarcación artesanal con un transductor de frecuencia de trabajo de 120 kHz tipo Split beam, conectada a un navegador modelo Sonda GPS MAP 178 (*color GPS Chart plotter sounder*) de marca Garmin, con la que se registró el posicionamiento. Se realizó la calibración del equipo siguiendo la metodología de FOOTE *et al.* (1982).

Adicionalmente, se analizaron los datos históricos de TSM registrados por personal de AGRORURAL en la isla Independencia

ASPECTOS BIOLÓGICOS

Estructura por tallas. En base a los muestreos biométricos de concha de abanico (SANJINEZ *et al.*, 2016), se calcularon los principales estadísticos descriptivos de tendencia central (media y moda). Asimismo, se determinó el porcentaje de ejemplares menores a la talla mínima de captura (65 mm de altura valvar AV) y la presencia de semilla <25 mm). Los resultados se muestran en frecuencia relativa de tallas, agrupados en intervalos de 3 mm (ARGÜELLES *et al.*, 2011).

Madurez gonadal. A partir de las lecturas macroscópicas de las gónadas de concha de abanico, se calculó la proporción porcentual de madurez por zona evaluada y del total de la bahía. Cabe indicar que las lecturas de madurez se realizaron en base a la escala propuesta por VALDIVIESO y

ALARCÓN (1985), quienes consideran cinco estadios: I-inmaduro, II-madurante, III-desovante, IV-desovado y V-recuperación.

Índice Gonadosomático. De los datos de peso húmedo de la gónada (PGi) y el peso del cuerpo (PCi) se estimó el índice gonadosomático (IGS) por zonas, a partir de la siguiente expresión:

$$IGS = PGi * 100 / PCi$$

Donde:

PGi = Peso de la gónada *i*

PCi = Peso del cuerpo *i* (sin valva)

Factor de condición. Para determinar la condición somática de la concha de abanico y sus variaciones por zonas, se calculó el factor de condición (FC) isométrico de los ejemplares analizados en el muestreo biológico, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Fci = 10^3 (Pti / Ai)$$

Donde:

Pti = Peso total del individuo *i*.

Ai = Altura de la valva *i*.

Relaciones biométricas y rendimiento

Relación talla – peso. Se calculó la relación de la altura valvar vs peso total, altura valvar vs peso del cuerpo, altura valvar vs peso del músculo y peso total vs peso del cuerpo; se empleó el modelo de ajuste de poder para las tres primeras relaciones y un ajuste lineal para la última.

Rendimiento. Con el peso del músculo del muestreo biológico, se calculó el rendimiento, el cual está dado por los promedios por rango de tallas y por zonas de muestreo, expresados en gramos de músculo por individuo (g/ind).

Aspectos poblacionales

Distribución y concentración. A partir de los datos colectados de concha de abanico en cada unidad de muestreo, en número y peso, se determinó su distribución y concentración por zonas y estratos de profundidad, donde las densidades se expresan en ind/m² y g/m².

Población y biomasa. Debido al escaso número de unidades muestrales con presencia de concha de abanico en el área de estudio, no fue posible realizar estimaciones de la población y biomasa del recurso.

3. RESULTADOS

Aspectos oceanográficos

Temperatura. La temperatura superficial del mar (TSM) en bahía Independencia fluctuó entre 16,2 y 21,9 °C, se observó distribución ascendente desde la parte central de la bahía hacia el norte (isotermas de 17, 18, 19 y 20 °C), al sur de Tunga las temperaturas fueron más frías y homogéneas (<17 °C), lo que puede asociarse a condiciones de afloramiento costero (Fig. 2a). En el nivel de fondo, la temperatura varió de 15,2 a 21,7 °C, las <16 °C se ubicaron en el canal La Trujillana y Serrate, en La Pampa y Carhuas la

temperatura de fondo fue mayor a 17 °C, mientras en El Ancla y El Chucho la temperatura fue >18 °C (Fig. 2b).

Los valores de TSM registrados por personal de AGRO RURAL, en un punto fijo de la isla Independencia, mostraron que el evento el Niño 2023-24 alcanzó una magnitud similar al de 1997-98 en aumento de la temperatura (Fig. 3). El evento El Niño 2023-24 tuvo duración de 14 meses, iniciando en marzo 2023, con anomalía térmica positiva promedio de 2,6 °C y máximo de 3,9 °C, registrados en julio y agosto 2023 (Fig. 4)

Oxígeno. En superficie la concentración fluctuó entre 2,93 y 7,74 mL/L y presentó distribución similar a lo observado en la temperatura, con valores ascendentes desde el centro de la bahía hacia el norte, mientras en el sur se registraron concentraciones más bajas y homogéneas (<3 mL/L) (Fig. 5a). En el fondo, el oxígeno disuelto

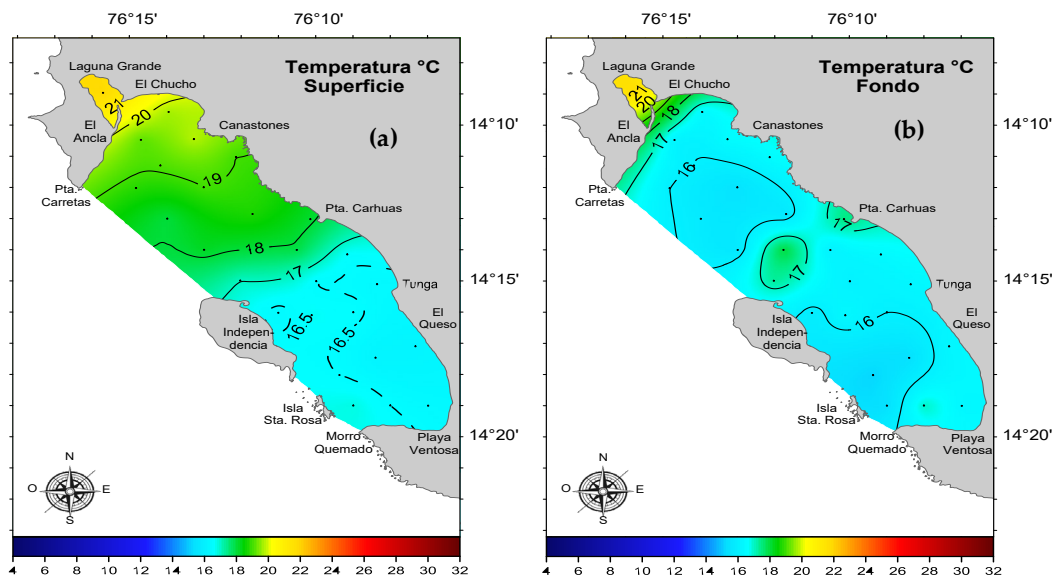


Figura 2.- Distribución de la temperatura en superficie (a) y fondo (b) de bahía Independencia, 12 al 17 abril 2024

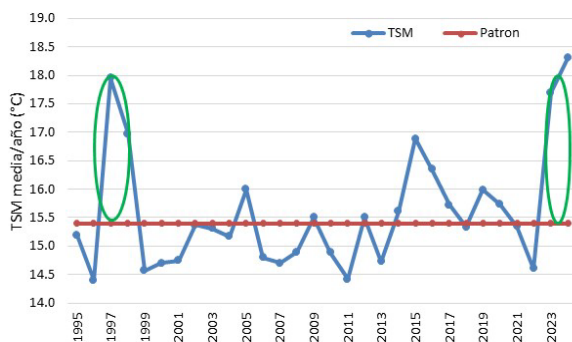


Figura 3.- Temperatura superficial del mar (°C) anual en la estación fija de isla Independencia-Pisco (AGRO RURAL), 1995 a 2024

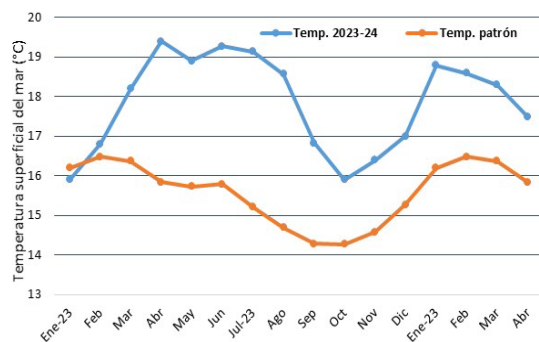


Figura 4.- Temperatura superficial del mar (°C) mensual en la estación fija de isla Independencia-Pisco (AGRO RURAL), enero 2023 a abril 2024

varió entre 0,19 y 4,98 mL/L, en el canal La Trujillana predominaron concentraciones mínimas de oxígeno (< 0,5 mL/L). La zona con mayor concentración de oxígeno disuelto para el nivel de fondo fue La Pampa, donde se ubicó un núcleo de 4 mL/L, mientras frente a Pta. Carhuas se registró concentraciones >2 mL/L. En la zona sur de bahía Independencia las concentraciones de oxígeno disuelto fueron cercanas a 1 mL/L (Fig. 5b).

Potencial de hidrógeno (pH). En superficie, los valores oscilaron entre 7,73 y 8,14, su distribución espacial fue similar al observado en el oxígeno disuelto, los más bajos y homogéneos (<

7,8) se ubicaron al sur de Pta. Carhuas, mientras al norte de esa zona el pH se incrementó, alcanzando >8,1 en Canastones y en la Poza de Laguna Grande (Fig. 6a). En fondo, los valores fluctuaron entre 7,60 y 8,12; en la zona central y sur de bahía Independencia predominaron valores < 7,8, excepto en La Pampa, donde se ubicó un núcleo de 7,9; el valor más elevado se registró en La Poza (8,12) (Fig. 6b).

Salinidad. En superficie presentó concentraciones entre 35,055 y 35,420 con predominio de valores cercanos a 35,1; en el extremo norte de la bahía, en las zonas denominadas El Chucho

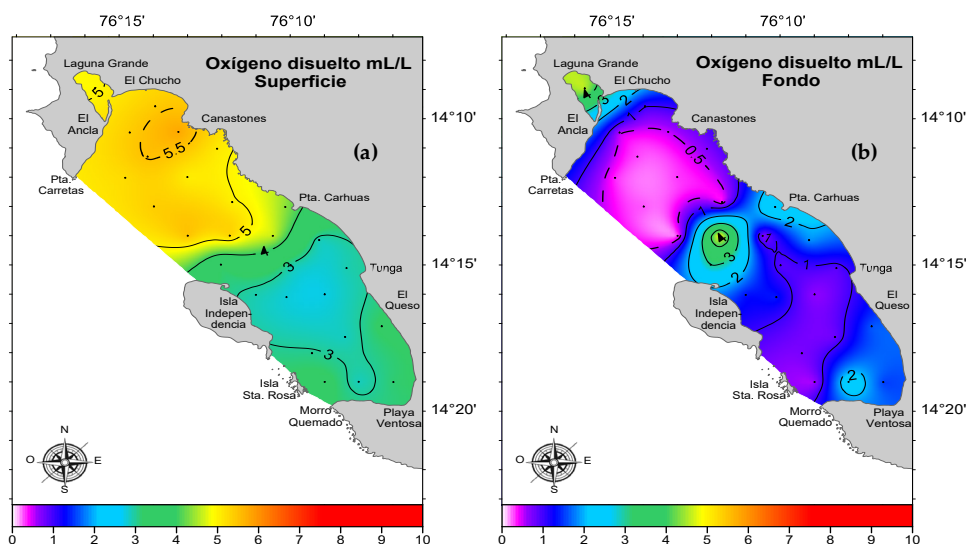


Figura 5.- Distribución de oxígeno en superficie (a) y fondo (b), bahía Independencia, 12 al 17 abril 2024

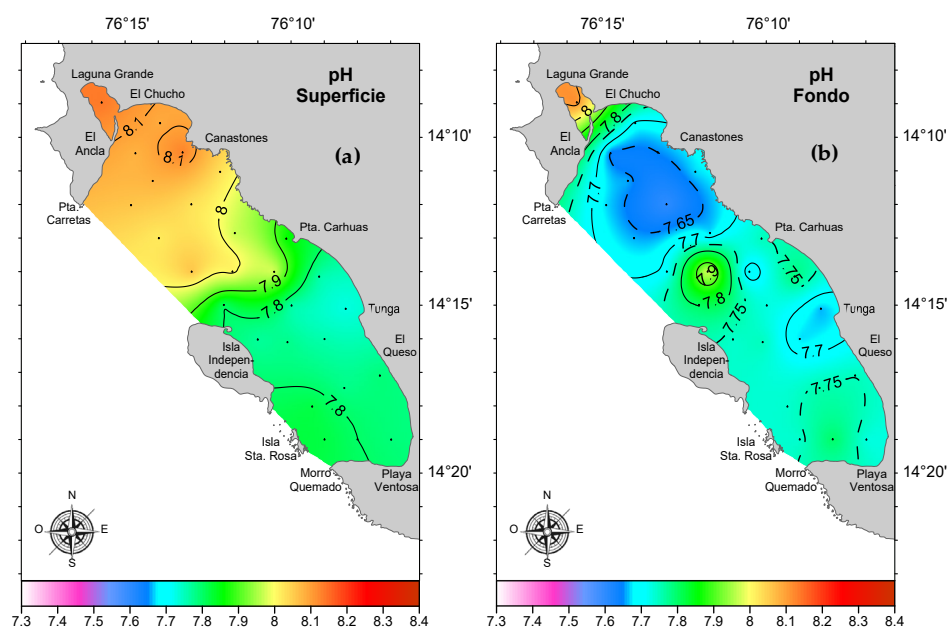


Figura 6.- Distribución de Potencial de Iones Hidronio en superficie (a) y fondo (b) de bahía Independencia, del 12 al 17 abril 2024

y El Ancla las salinidades superaron 35,2 registrándose la máxima concentración (35,420) en La Poza de Laguna Grande, zona que, por su limitada circulación y poca profundidad, presenta mayor evaporación (Fig. 7a). En el fondo, los valores de salinidad fueron inferiores a los observados en el nivel superficial y se encontraron en el rango 35,025 - 35,358; en la zona evaluada predominaron concentraciones ligeramente superiores a 35, se observaron valores > 35,1 en Canastones, El Ancla, El Chucho y La Poza (Fig. 7b). Los valores de salinidad presentaron características de aguas de mezcla de Aguas Subtro-

picales Superficiales (ASS) con aguas costeras frías (ACF), la zona sur de bahía Independencia mostró características de aguas de afloramiento costero, asociado a vientos persistentes de regular intensidad que se registraron los días previos a la evaluación.

Corrientes marinas. Se presentan los resultados de la distribución del campo horizontal de velocidades (corrientes marinas) a diferentes profundidades (1 m, 5 m, 10 m, 25 m, 50 m) y en fondo (50 y 70 m). Las velocidades (corrientes marinas) variaron en intensidad y profundidad

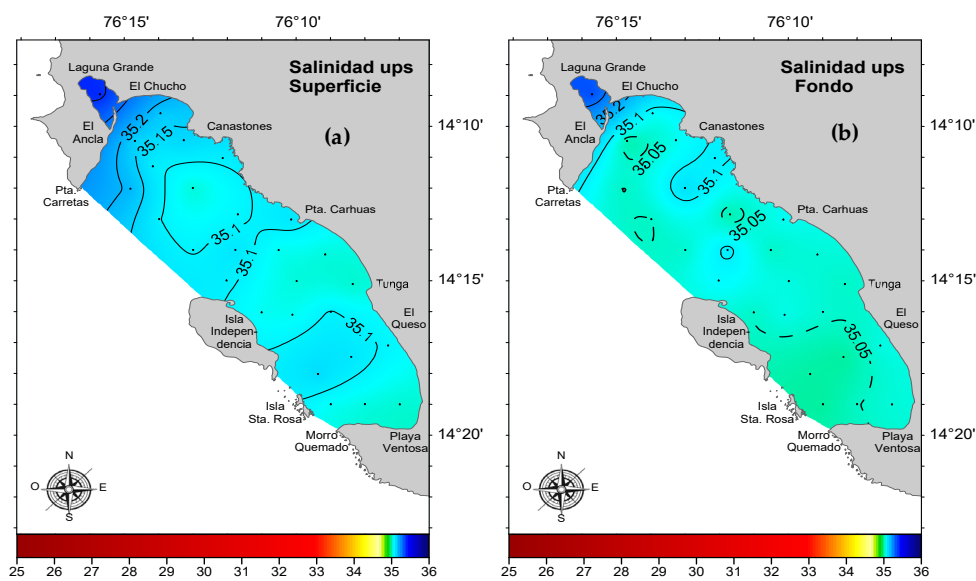


Figura 7.- Distribución de salinidad en superficie (a) y fondo (b), bahía Independencia, del 12 al 17 abril 2024

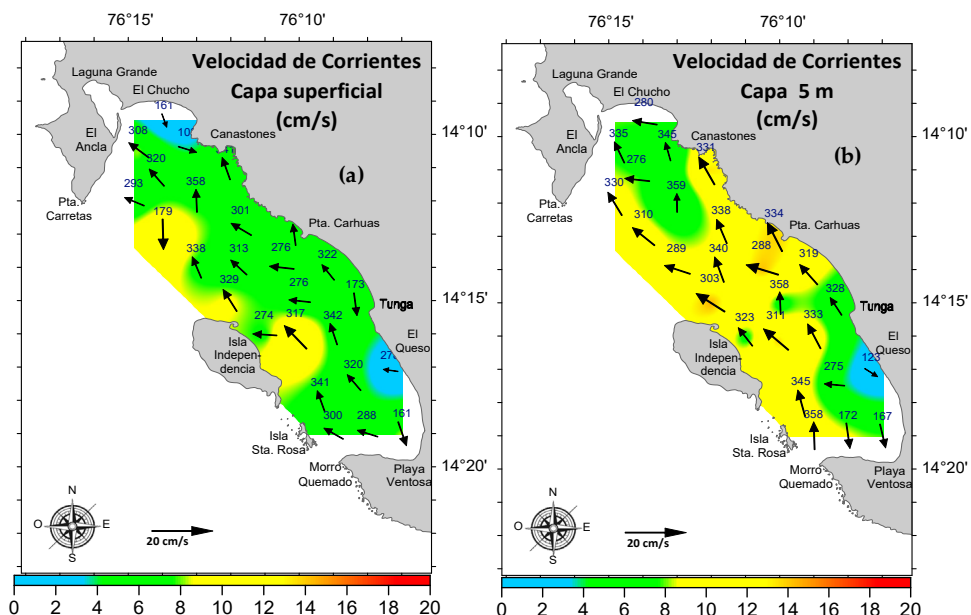


Figura 8.- Distribución de corrientes marinas por niveles de profundidad. A 1 m (a) y 5 m (b), bahía Independencia. 12 al 17 abril 2024

(Tabla 2). A un metro de profundidad, se registraron flujos de intensidad moderada (entre 4 y 8 cm/s), de intensidad débil (entre 0,4 y 0,7 cm/s) frente al Chucho y el Queso y, de mayor intensidad frente a isla Independencia y Canastones (12,6 y 13,6 cm/s). A 5 m de profundidad se registraron flujos de mayor intensidad promedio, con velocidades entre 8,0 y 15 cm/s (Fig. 8a, b).

A 10 m de profundidad se observaron flujos de mayor intensidad entre 10 y 17 cm/s (zona central) (Fig. 9a, b). A 25 y 50 m de profundidad, los flujos fueron de intensidad débil frente a Canastones, de intensidad moderada entre Pta. Carhuas y frente a El Ancla y de máxima intensidad entre Pta. Carhuas e Isla Independencia con dirección norte (Fig. 10a, b)

Tabla 2.- Rangos de variación de velocidades de las corrientes marinas (cm/s)

Profundidad (m)	Velocidad mín.	Velocidad máx.	Promedio
1	0,4 cm/s	13,6 cm/s	6,54 cm/s
5	1,0 cm/s	14,6 cm/s	8,95 cm/s
10	1,4 cm/s	17,0 cm/s	7,75 cm/s
25	2,1 cm/s	13,8 cm/s	7,33 cm/s
50	1,9 cm/s	15,6 cm/s	8,07 cm/s
Fondo (50 y 70 m)	1,2 cm/s	20,1 cm/s	8,69 cm/s

huas y frente a El Ancla y de máxima intensidad entre Pta. Carhuas e Isla Independencia con dirección norte (Fig. 10a, b)

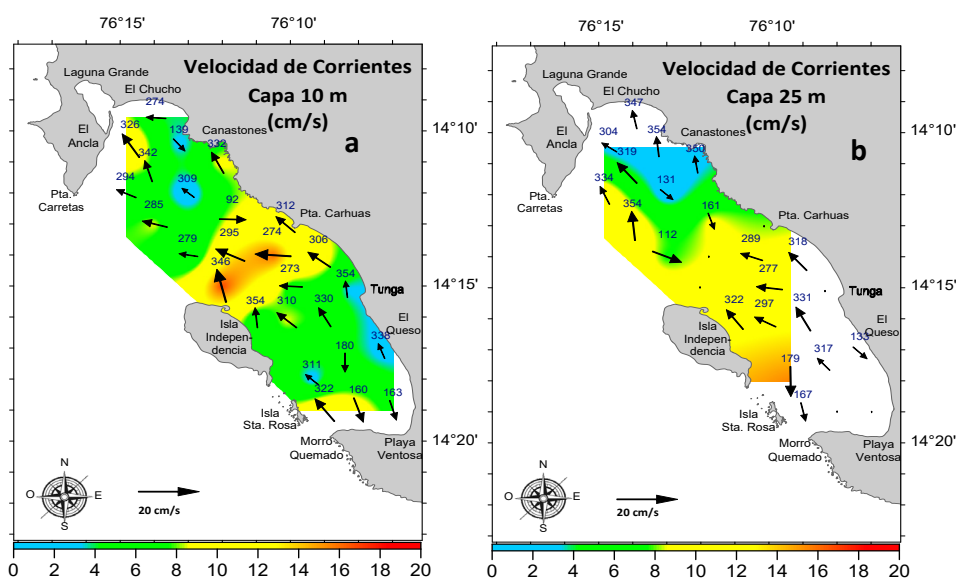


Figura 9.- Distribución de corrientes por nivel de profundidad. 10 m (a) y 25 m (b), bahía Independencia, 12 al 17 abril 2024

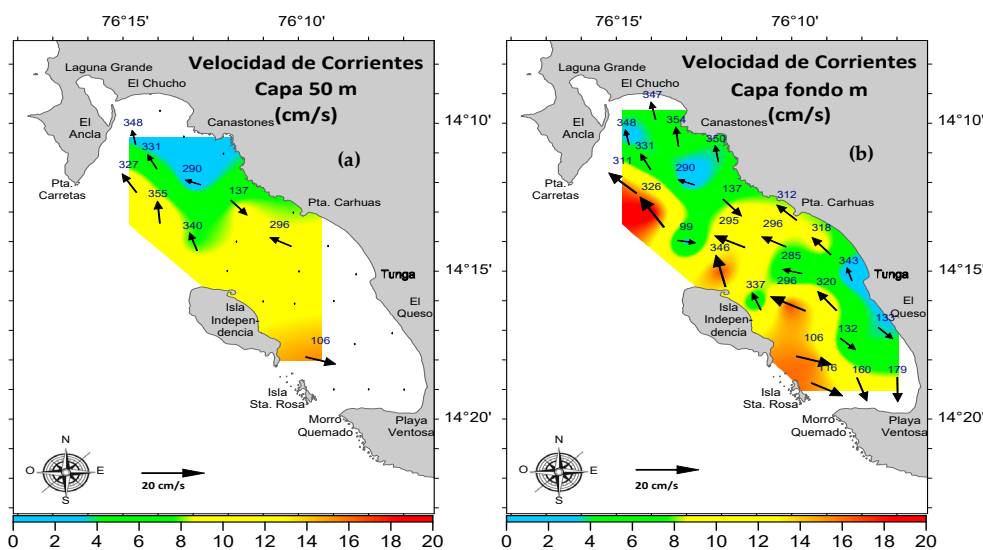


Figura 10.- Distribución de corrientes marinas por niveles de profundidad. 50 m (a) y nivel de fondo entre 50 y 70 m(b). bahía Independencia. 12 al 17 del 2024

ASPECTOS BIOLÓGICOS

Estructura por tallas

En bancos naturales. Los resultados biométricos de 581 ejemplares colectados (dentro y fuera del marco cuadrado) en los bancos naturales evaluados, mostraron un rango de tallas de 3 a 91 mm de altura valvar (AV), con media de 46,32 mm de AV. El 81,9% de ejemplares fueron menores a la talla mínima de captura (TMC: 65 mm AV) y de estos, el 19,60 % menores o iguales a 25 mm (“semilla”) (Fig. 11).

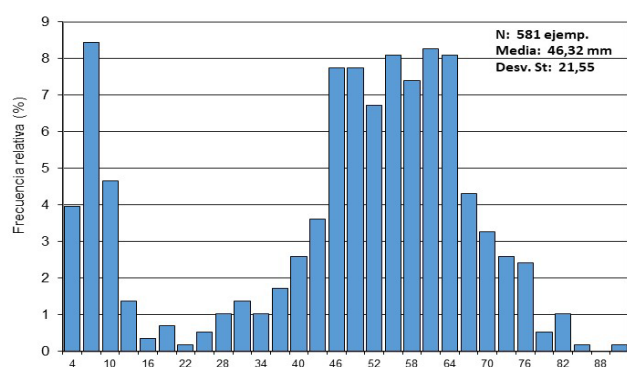


Figura 11.- Estructura por tallas de *Argopecten purpuratus* en bancos naturales de bahía Independencia-Pisco, 12 al 26 de abril 2024

Por zonas, las tallas promedio más bajas se registraron en Tunga-El Queso y Santa Rosa, con 18,57 y 31,00 mm, respectivamente, en estas zonas se encontró semilla recién asentada, con ejemplares menores de 12 mm. En El Ancla (66,58 mm) y Guanillo – Punta Callao (62,72 mm) se encontraron las tallas promedio más grandes, La Pampa, principal banco natural de la bahía Independencia registró altura promedio de 51,64 mm, con el 88,9% de ejemplares menores a la talla mínima comercial (TMC= 65 mm) (Tabla 3, Fig. 12).

En concesiones marinas. Se revisó una concesión en la zona Tunga - El Queso, en la que se detectaron sistemas de cultivo suspendido “linternas” (se revisaron cinco linternas) y que mostraron todas las etapas del cultivo suspendido en long line: captación de larvas en sistema japonés (bolsas colectoras de Netlon), linternas cuna (pearl nets) y linternas para adultos (engorde). La estructura por tallas de concha de abanico, mostró tres cohortes: semilla con altura promedio de 17,30 mm ($\pm 2,58$), juveniles con altura promedio de 53,19 mm ($\pm 3,64$) y adultos (engorde) que presentaron un promedio de 69,93 mm ($\pm 4,46$) (Tabla 4).

Tabla 3.- Resultados biométricos por zona y total de concha de abanico en Bahía Independencia - Pisco, 12 al 26 de abril 2024

	El Ancla	El Chucho	Carhuaz	Tunga-El Queso	La Pampa	Pta Callao-Guanillo	Pan de Azúcar	Santa Rosa	Ventosa-Morro	Total
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V	Zona VI	Zona VII	Zona VIII	Zona IX	
Talla mínima	36	30	4	3	23	26	26	16	5	3
Talla máxima	85	83	81	77	82	91	67	57	77	91
Talla modal	0	60	4	7-8	49	65	0	0	0	65
# de ejemplares	26	141	125	98	45	78	25	3	40	581
Promedio	66.58	57.13	39.73	18.57	51.64	62.72	45.52	31.00	47.35	46.32
Desv. st	8.97	9.58	22.01	19.37	12.11	10.65	11.08	22.61	14.26	21.55
% < 65 mm	42.3%	78.0%	90.4%	98.0%	88.9%	52.6%	96.0%	100.0%	95.0%	81.9%
% < 25 mm	0.0%	0.0%	28.0%	74.5%	2.2%	0.0%	0.0%	66.7%	7.5%	19.6%
% > 65 mm	57.7%	22.0%	9.6%	2.0%	11.1%	47.4%	4.0%	0.0%	5.0%	18.1%

Tabla 4.- Resultados biométricos de concha de abanico en concesión marina de la zona Tunga – El Queso en bahía Independencia-Pisco, 12 al 26 de abril 2024

	Concha de abanico de concesiones			Total
	Semilla	Juvenil	Adultos	
Talla mínima	12	46	61	12
Talla máxima	27	62	78	78
Talla modal	17	56	67-71-72	56
# de ejemplares	134	154	80	368
Promedio	17.30	53.19	69.93	43.76
Desv. st	2.58	3.64	4.46	21.32
% < 65 mm	100.0%	100.0%	15.0%	81.5%
% < 25 mm	97.0%	0.0%	0.0%	35.3%
% > 65 mm	0.0%	0.0%	85.0%	18.5%

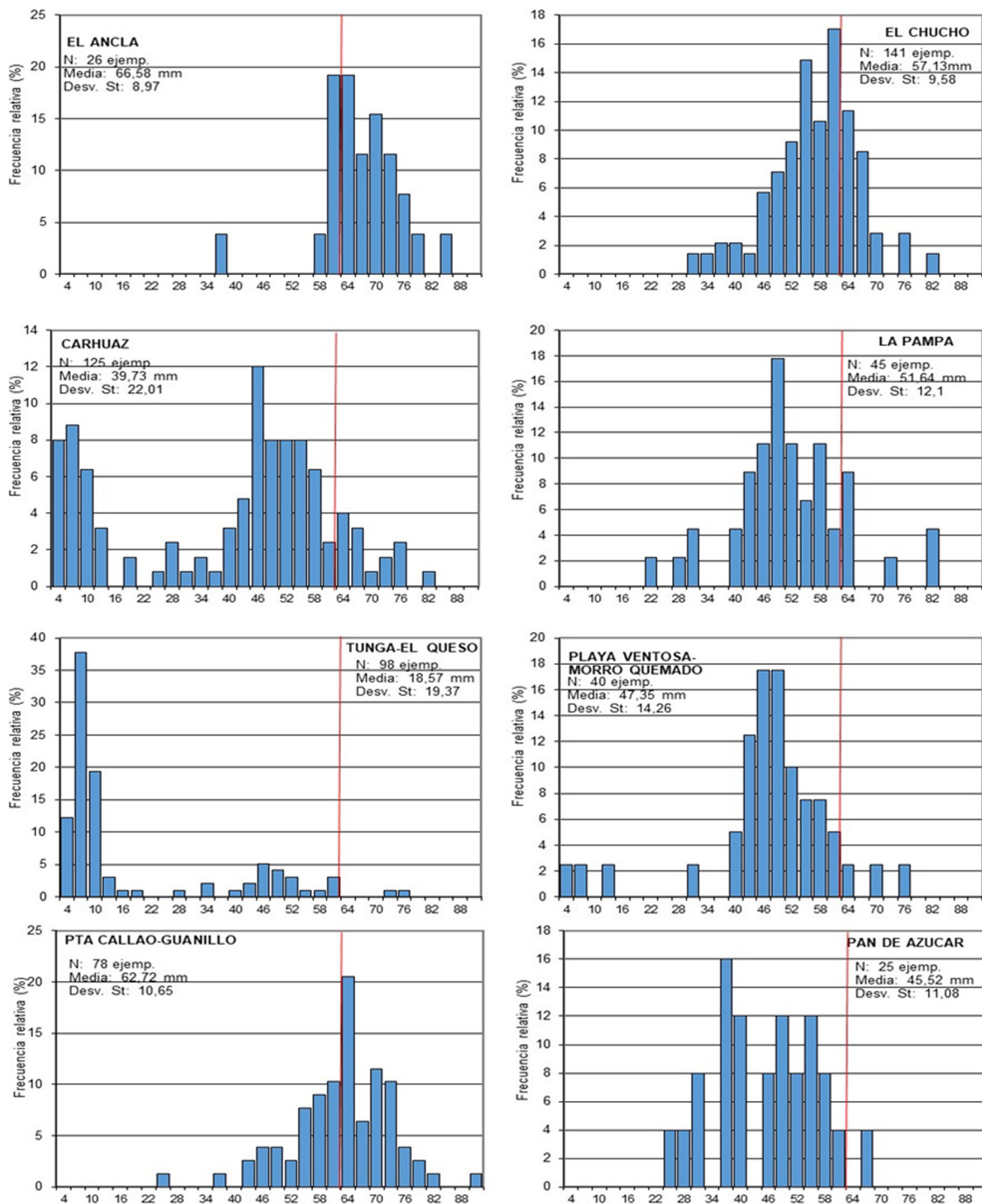


Figura 12.- Estructura por tallas *Argopecten purpuratus* por zonas en los bancos naturales de bahía Independencia – Pisco, 12 al 26 de abril 2024

Madurez gonadal

El análisis macroscópico de 580 gónadas de conchas de abanico procedentes de los bancos naturales, permitió detectar a la especie, principalmente desovante (estadio III, 32,1%), seguido por madurante (estadio II, 26,9%), inmaduro (estadio I, 21,2%) y desovado (estadio IV, 19,7%);

además, se observó algunos ejemplares en recuperación (estadio V, 0,2%) (Fig. 13). Por zonas, predominaron ejemplares en estadio desovante en El Ancla, El Chucho y Pta. Callao-Guanillo; en las otras zonas predominó el estadio madurante. Estos resultados evidencian que esta población estaba iniciando otro proceso reproductivo (Tabla 5).

Tabla 5.- Resultados madurez gonadal de concha de abanico por zonas, bahía Independencia-Pisco, 12 al 26 de abril 2024

	El Ancla	El Chucho	Carhuaz	Tunga-El Queso	La Pampa	Pta Callao-Guanillo	Pan de Azucar	Santa Rosa	Ventosa-Morro Quemado	Total
Imaduro	0	1	31	76	2	1	8	67	8	21.2
Madurante	4	18	28	2	76	32	92	33	25	26.9
Desovante	96	81	6	1	7	44	0	0	3	32.1
Desovado	0	1	34	21	16	22	0	0	65	19.7
Recuperación	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.2
TOTAL %	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
TOTAL (N)	26	141	125	97	45	78	25	3	40	580

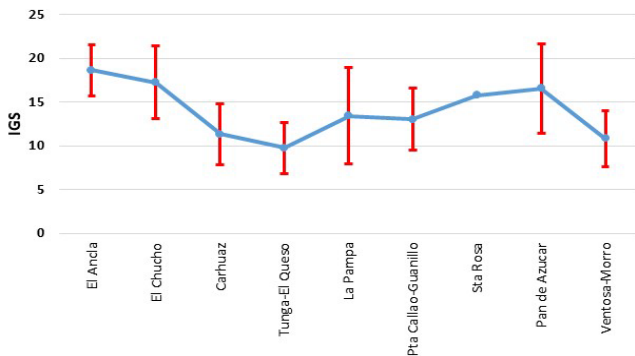


Figura 13.- Índice gonadosomático promedio de concha de abanico por zonas en bahía Independencia – Pisco, 12 al 26 de abril 2024

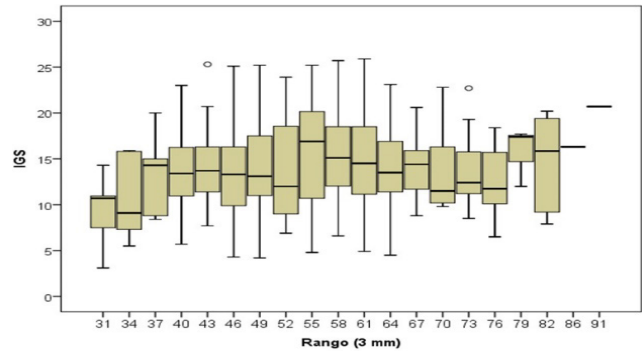


Figura 14.- Índice gonadosomático promedio de concha de abanico por tallas en bahía Independencia – Pisco, 12 al 26 de abril 2024

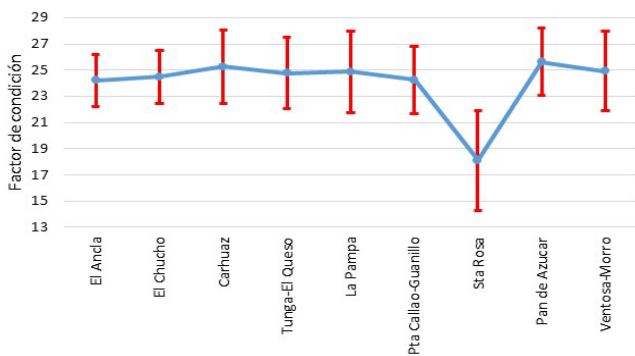


Figura 15.- Factor de condición promedio de concha de abanico por zonas en bahía Independencia – Pisco, 12 al 26 de abril 2024

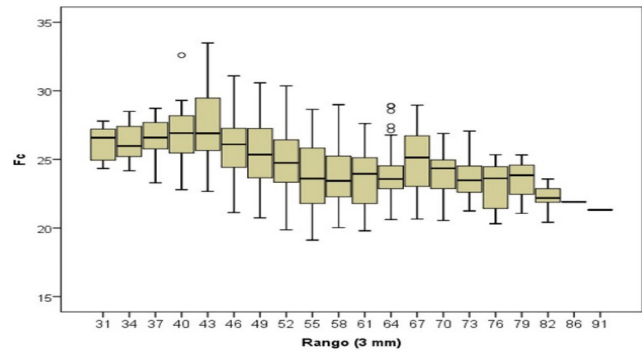


Figura 16.- Factor de condición promedio de concha de abanico por tallas en bahía Independencia – Pisco, 12 al 26 de abril 2024

Índice Gonadosomático. El índice en los bancos naturales evaluados varió de 3,11 a 27,13, con promedio de 14,19 ($\pm 4,85$). Los promedios por zonas variaron de 9,73 a 18,62; registrándose el menor valor en Tunga-El Queso y el más alto en El Ancla (Fig. 13). El índice gonadosomático por tallas se observa en la Figura 14.

Factor de condición. El factor de condición (FC) de concha de abanico en los bancos naturales varió de 4,82 a 33,49, con promedio de 24,71 ($\pm 2,58$). Los promedios por zonas variaron de 18,118 a 25,627; registrándose el menor valor en Sta. Rosa y el más alto en Pan de Azúcar (Fig. 15). El factor de condición por tallas se observa en la Figura 16.

RELACIONES BIOMÉTRICAS Y RENDIMIENTO

Relación Talla-Peso. En la Figura 17 se presentan las diferentes relaciones morfométricas de concha de abanico, como altura valvar - peso total, altura valvar - peso cuerpo y altura valvar - peso músculo, teniendo en todas estas relaciones un buen ajuste de los valores al modelo potencial. La relación peso total - peso músculo tuvo un buen ajuste de los valores al modelo lineal.

Rendimiento. La estimación del rendimiento de concha de abanico en función al peso del músculo, por zonas, varió de 0,42 a 12,34 g/ind, con un promedio total de 3,24 g/ind (Fig. 18A). Los mayores valores correspondieron a El Ancla y Pta. Callao-Guanillo. En la Figura 18B, se muestra el rendimiento del músculo por rango de tallas.

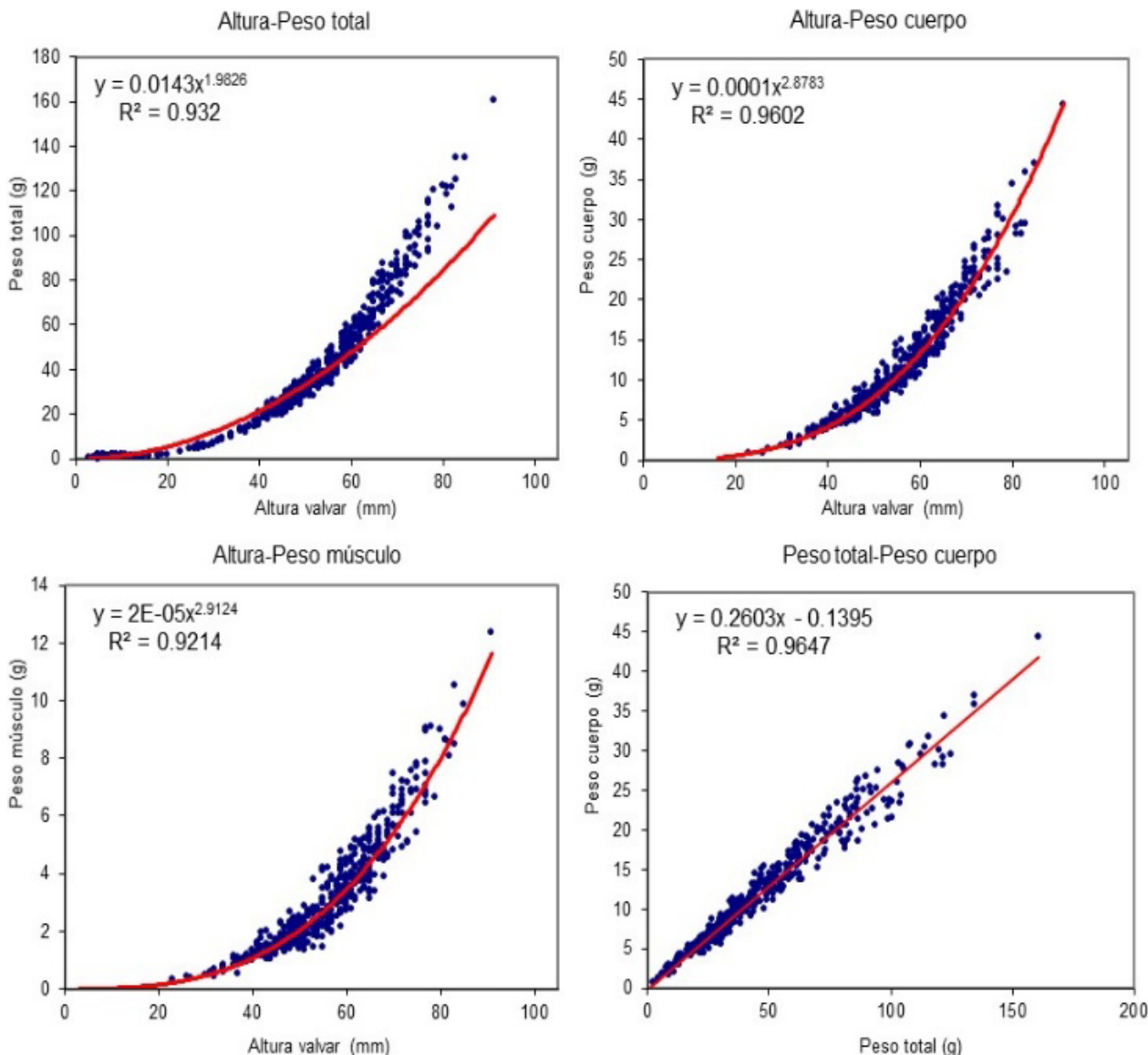


Figura 17.- Relaciones biométricas de concha de abanico en los bancos naturales de bahía Independencia – Pisco, 12 al 26 de abril 2024

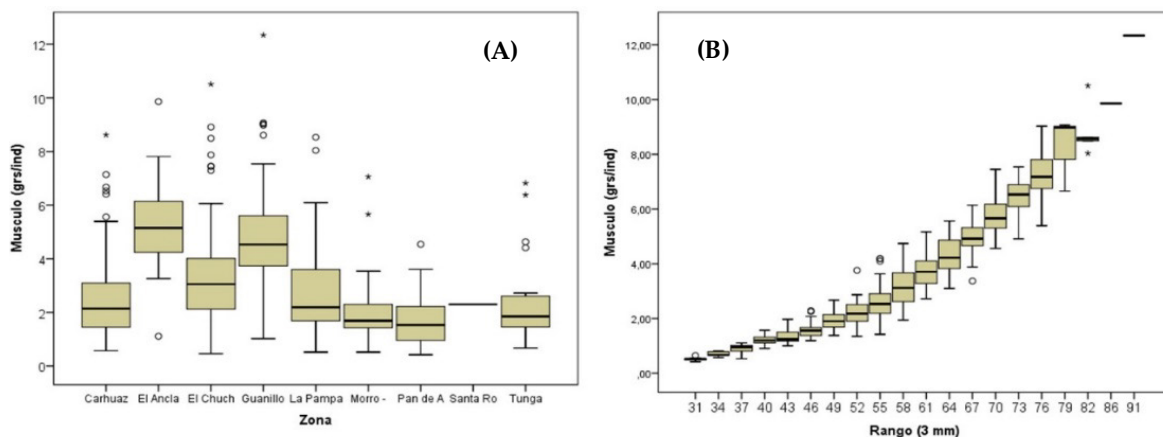


Figura 18.- Rendimiento en peso del músculo de concha de abanico por zonas (A) y por rango de tallas (B), en Bahía Independencia – Pisco, 12 al 26 de abril 2024

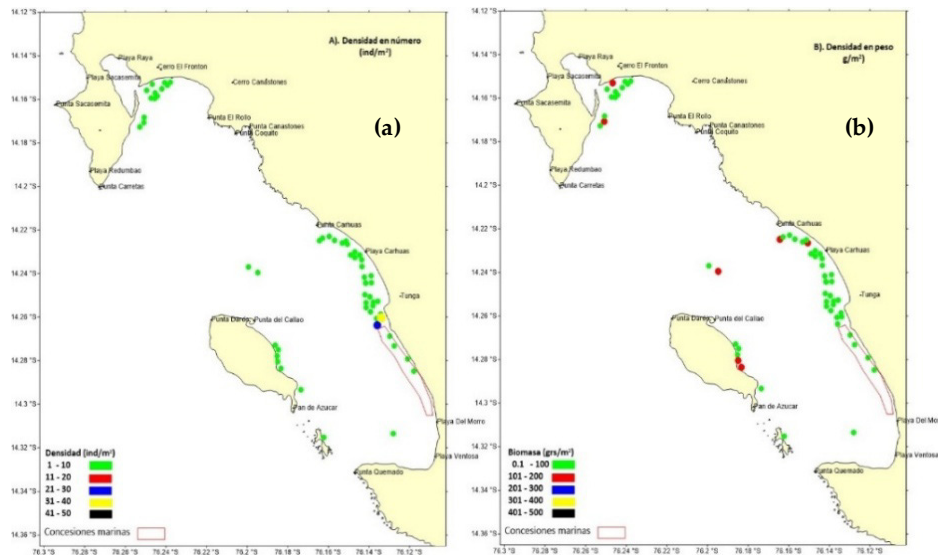


Figura 19.- Distribución de las densidades de concha de abanico en número (ind/m²) (a) y en peso (g/m²) (b), en los bancos naturales de bahía Independencia, 12 al 26 de abril 2024

ASPECTOS POBLACIONALES

DISTRIBUCIÓN Y CONCENTRACIÓN

Bancos naturales. Durante la evaluación se registró el 22% (57) de estaciones positivas (presencia de concha de abanico dentro de la unidad muestral). Las densidades en número variaron de 1 a 39 ind/m² (Tabla 5, Fig. 19A), con valor promedio total de 0,578 ind/m² (±2,955); mientras que las densidades en peso variaron de 0,03 a 175 g/m², con valor medio de 9,34 g/m² (±29,751) (Tabla 4, Fig. 19B).

Por zonas (Tabla 6) los mayores valores de densidad fueron hallados en Tunga, con máximo de 39 ind/m² y promedio de 3,09 ind/m², como estos ejemplares fueron principalmente “semilla”, presentaron pesos bajos, con 3,22 g/m². El Chucho, la densidad media fue de 0,52 ind/m² y en peso 27,80 g/m². En las zonas de Carhuaz, La Pampa, Punta

Callao – Guanillo, Pan de Azúcar y Santa Rosa, se registraron las densidades más bajas. A pesar que en el muestreo y dentro de la unidad muestral no se encontró concha de abanico, sí hubo presencia de la especie en la zona de muestreo (Fig. 20).

Concesiones marinas. Según el catastro acuícola del Perú, en bahía Independencia en la zona Tunga - El Queso, la autorización para el desarrollo de acuicultura está dada en 23 lotes destinados a acuicultura de micro y pequeña empresa (AMYPE). De ellos,

Tabla 6.- Densidad de concha de abanico en número (ind/m²) y peso (g/m²) por zonas en bahía Independencia - Pisco, 12 al 26 de abril 2024

ZONA	Densidad en número (ind/m ²)			Densidad en peso (g/m ²)		
	Mínima	Máxima	Promedio	Mínima	Máxima	Promedio
1. El Ancla	1	2	0.25	12.2	175	17.65
2. El Chucho	1	2	0.52	14.19	165	27.8
3. Carhuaz	1	5	0.02	0.03	142	16.96
4. Tunga - El Queso	1	39	3.09	0.05	62	3.22
5. La Pampa	1	3	0.05	2.85	173	2.23
6. Pta. Callao - Guanillo	1	2	0.28	27.55	172	17.64
7. Pan de Azúcar	0	1	0.10	0	32	3.17
8. Santa Rosa	0	2	0.20	0	2	0.19
9. Playa Ventosa - Morro Quemado	1	3	0.13	0.61	30	0.98
Total	1	39	0.58	0.03	175	9.34

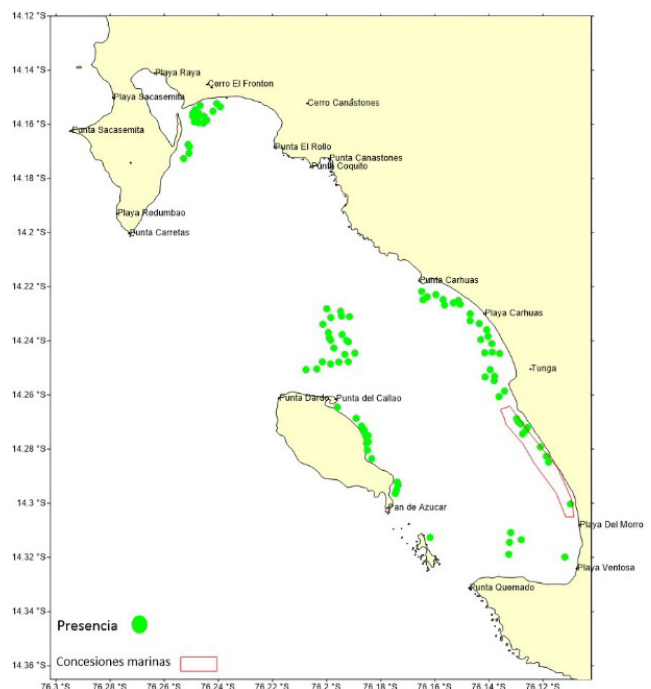


Figura 20.- Presencia de concha de abanico durante los muestreos, en bancos naturales de bahía Independencia, 12 al 26 de abril 2024

solo se observaron tres lotes operativos con sistemas de cultivo suspendido long line. Mediante comunicación personal con el encargado de la concesión, indicó que laboran en captación de larvas y cultivo que comprende el intermedio y final-engorde.

Para **captación de larvas**, trabajan con bolsas de netlon, en 300 reinales de 10 pares de bolsas colectoras c/u, totalizando 3 000 bolsas colectoras. Cada par de bolsas debe coleccionar aproximadamente 200 semillas de concha de abanico por bolsa; aproximadamente 600 000 semillas.

En el **cultivo intermedio** utilizan linternas cuna, durante la visita, tenían aproximadamente 15 mil manojos (1 440 000 ind) de ejemplares chicos, con altura media de 17,3 mm, y 20 mil manojos de ejemplares medianos (1 920 000 ind) de 53,19 mm de altura media. Totalizando 3 360 000 ejemplares juveniles.

Para el **cultivo final – engorde**, trabajan en linternas de 10 pisos, en las que aproximadamente tienen 20 mil manojos (1 920 000 ind) de concha adulta en engorde para cosechar, con altura promedio de 69,93 mm.

Considerando la fracción de juveniles (grande) y los adultos de conchas de abanico del cultivo suspendido, este representa aproximadamente 3 840 000 individuos potencialmente reproductores que aportarían gametos al ecosistema de bahía Independencia, contribuyendo al repoblamiento poblacional de la especie.

Áreas de engorde (concesiones ilegales). Durante esta evaluación no se encontraron áreas de engorde para concha de abanico en toda el área evaluada de la bahía.

POBLACIÓN Y BIOMASA

La biomasa de concha de abanico en la bahía Independencia se estimó en 173,12 t ($\pm 32,57\%$) y la población en 10 748 063 individuos ($\pm 52,60\%$) (Tabla 7). Cabe mencionar que el escaso número de unidades muestrales con presencia de concha de abanico en los bancos naturales, no permitieron realizar estimaciones estadísticas de la población y biomasa total del recurso en el área evaluada.

Tabla 7.- Población (número), biomasa (kg) de concha de abanico por zonas (m²) y estratos de profundidad, Evaluación poblacional de concha de abanico en bahía Independencia - Pisco, 12 al 26 de abril 2024

ZONAS	ESTRATO	I	II	III	TOTAL
		(0 - 10 m)	(10-20 m)	(20-30 m)	
El Ancla	N°	0	185067	0	185067
	kg	0	13063	0	13063
	m ²	355066	416401	82621	854088
El Chucho	N°	44147	576558	42473	663178
	kg	7275	24801	1890	33967
	m ²	132441	922492	169893	1224827
Carhuaz	N°	113615	2945304	242657	3301576
	kg	2553	46431	4954	53938
	m ²	454460	2794263	173327	3422049
Tunga - El Queso	N°	88343	6981876	0	7070219
	kg	417	6919	0	7336
	m ²	441717	1795340	229223	2466279
La Pampa	N°	0	270972	0	270972
	kg	0	11935	0	11935
	m ²	1597387	4877497	262544	6737427
Pta Callao-Guanillo	N°	14350	201881	19570	235800
	kg	858	14245	539	15641
	m ²	114799	484513	97849	697161
Pan de Azucar	N°	0	0	28173	28173
	kg	0	0	894	894
	m ²	111998	84017	56346	252362
Santa Rosa	N°	17910	0	0	17910
	kg	17	0	0	17
	m ²	44774	186239	71737	302750
P. Ventosa-Morro Quemado	N°	0	404380.393	0	404380
	kg	0	3076.32384	0	3076
	m ²	259730	2325187	133688	2718605
TOTAL	N°	490098	9784918	473047	10748063
	kg	20719	140736	11670	173125

La zona de Tunga - El Queso, aportó el 58% de la población calculada, sin embargo, solo aportó el 5% en el cálculo de la biomasa estimada, esto debido a que en las unidades muestrales cayeron ejemplares "semilla" menores de 14 mm de altura.

4. CONCLUSIONES

Se registraron bajas densidades de concha de abanico *Argopecten purpuratus* en la bahía Independencia, 0,578 ind/m² en promedio, encontrándose el recurso muy disperso, estimándose una biomasa de 173,12 t (\pm 32,57%) y población de 10 748 063 individuos (\pm 52,60%).

En La Pampa, principal banco natural de bahía Independencia, solo el 2,5% del área presentó ejemplares de concha de abanico en la unidad muestral (79 estaciones), calculándose una densidad media de 0,032 ind/m².

La estructura de la población mostró elevados porcentajes de ejemplares menores a la talla mínima de captura (65 mm) (81,9%), con talla media de 46,32 mm (\pm 21,55) de altura valvar. El 32,1% se encontró iniciando el desove.

De las 23 concesiones acuícolas autorizadas en la bahía, se identificaron tres lotes operativos en Tunga - El Queso, con población potencialmente reproductiva de 3 840 000 individuos en sistemas suspendidos. No se observaron concesiones ilegales para engorde ni confinamiento en toda el área evaluada.

La temperatura en superficie del mar varió de 16,2 °C (frente a Canastones) a 21,9 °C frente a Laguna Grande.

La circulación marina promedio mostró flujos débiles a 1 m de profundidad (6,54 cm/s) y máximo a 5 m de profundidad (8,95 cm/s), disminuyó en intensidad a 10 y 25 m de profundidad y aumentó a 50 m (8,69 cm/s). Presentó tendencia a la formación flujos en sentido horario a 5, 10 y 25 m.

La salinidad en superficie mostró variaciones de 35,055 (frente a Tunga) a 35,420 frente a Laguna Grande, se observaron características de aguas de mezcla de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) con aguas costeras frías.

5. REFERENCIAS

- ARGÜELLES, 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. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/2171>
- CARRIT, D. E. & CARPENTER, J. H. (1966). Comparison and evaluation of currently employed modification of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water; A NASCO report. *Journal of Marine Research*, 24(3), 286-318. https://elischolar.library.yale.edu/journal_of_marine_research/1077
- FOOTE, K. G. (1982). Optimizing copper spheres for precision calibration of hydroacoustic equipment. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 71(3), 742-747. <https://doi.org/10.1121/1.387497>
- RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 189-2003-PRODUCE. (2003). *Por el cual se prohíbe la extracción del recurso concha de abanico (Argopecten purpuratus) en los bancos naturales existentes en el litoral de Pisco y de la Región Callao*. Ministerio de la Producción. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/per227743.pdf>
- SANJINEZ, M., TAIPE, A., BERRÚ, P. & ALFARO, S. (2016). Protocolo para muestreo biológico y biométrico de bivalvos marinos. *Inf Inst Mar Perú*, 43(4), 349-364. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3118>
- VALDIVIESO, V. & ALARCÓN, V. (1985). Comportamiento del ciclo sexual y cambios en la abundancia relativa de concha de abanico *Argopecten purpuratus* (L), en el área del Callao durante el fenómeno El Niño 1982-83. En *Ciencia, Tecnología y Agresión ambiental: El Fenómeno El Niño* (pp. 455-482). Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (Concytec).