

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 39, Números 3-4



Julio-Diciembre 2012 Callao, Perú

MONITOREO DE INVERTEBRADOS MARINOS EN ESTACIONES FIJAS DEL CALLAO, 2008-2012

RESEARCH ON MARINE INVERTEBRATE RESOURCES IN NATURAL AREAS IN CALLAO-PERU, 2008-2012

Juan Argüelles^{1*} Miguel Sarmiento³ Anatolio Taipe¹ Armando Crispin² María Nelly Sanjinez¹ Enrique Tello²

¹ Área Funcional de Investigaciones de Invertebrados Marinos y Macroalgas ² Unidad de Oceanografía Física ³Unidad de Oceanografía Química *jarguelles@imarpe.gob.pe

Instituto del Mar del Perú Esq. Gamarra y Gral. Valle s/n Chucuito, Callao

RESUMEN

ARGÜELLES J, TAIPE A, SANJINEZ M, SARMIENTO M, CRISPÍN A, TELLO E. 2012. Monitoreo de invertebrados marinos en estaciones fijas del Callao, 2008-2012. Inf Inst Mar Perú. 39(3-4): 199-211.- Se presentan resultados de investigaciones sobre reclutamiento, estructura por tallas y abundancia de Stramonita chocolata, Argopecten purpuratus, Cancer setosus (= Romaleon polyodon) y Glycymeris ovata efectuados en los bancos naturales de Callao durante el 2008-2012, así como del experimento de marcación - recaptura de A. purpuratus en la bahía del Callao el 2011-2012. Con los resultados del monitoreo de invertebrados marinos en estaciones fijas del 2008 al 2012 se establecieron patrones temporales y espaciales del reclutamiento y abundancia que tendrían fuerte impacto en la determinación de medidas alternativas de manejo en la regulación pesquera. Con los resultados de marcación – recaptura de A. purpuratus se determinaron parámetros de crecimiento von Bertalanffy: 100 mm para longitud infinita, 0,891 y 0,931 año¹ para k para los años 2011 y 2012 respectivamente, y -0.04 para t₀. También se presentan resultados del monitoreo de Octopus mimus en las islas de la región Lima (Ancón-Asia) los cuales muestran por primera vez índices de abundancia, distribución y aspectos biológicos.

Palabras clave: Invertebrados marinos, abundancia, reclutamiento, crecimiento, Callao.

ABSTRACT

ARGÜELLES J, TAIPE A, SANJINEZ M, SARMIENTO M, CRISPÍN A, TELLO E. 2012. Research on marine invertebrates resources in natural areas in Callao-Perú, 2008-2012. Inf Inst Mar Perú. 39(3-4): 199-211.- During the period 2008-2012 several studies on growth, recruitment and size structure of Stramonita chocolata, Argopecten purpuratus, Cancer setosus(= Romaleon polyodon) and Glycymeris ovata were carry out in coastal marine areas off Callao-Perú. The results show temporal and spatial patterns of biological processes such as recruitment and abundance. The results of these studies could have a major impact in determining alternative management measures in fisheries assessment and management. The mark-recapture experiments of Argopecten purpuratus allowing estimating von Bertalanffy growth parameters. The growth parameters were 100 mm for maximum length, 0,891 and 0,931 year¹ for K for 2011 and 2012 respectively, and -0.04 for t₀. It is also presented the monitoring results of Octopus mimus in the islands of the region Lima (from Ancon to Asia) which show abundance indices, distribution, and biological data.

Keywords: Marine invertebrates, abundance, recruitment, growth, Callao.

INTRODUCCIÓN

La variabilidad estacional e interanual de la abundancia de los invertebrados marinos, que viven asociados al substrato, está relacionada con las variaciones estacionales de los factores oceanográficos como temperatura, salinidad, oxígeno y productividad; así como a las variaciones interanuales debido a eventos como El Niño o La Niña. Durante algunos eventos El Niño se han visto favorecidos los recursos concha de abanico y pulpo; mientras que en periodos post El Niño se ven favorecidos la almeja, el calamar común y el caracol (Arntz y Fahrbach 1996). En el Callao, existen recursos de invertebrados de gran importancia, socio-económica destacando

el bivalvo Argopecten purpuratus, los gasterópodos Concholepas concholepas y Stramonita chocolata, los cefalópodos Loligo gahi y Octopus mimus y el crustáceo Cancer setosus = Romaleon polyodon. Estudios sobre crecimiento, reclutamiento y mortalidad natural en los invertebrados son escasos, principalmente en el área del Callao. Cabe destacar las investigaciones efectuadas

por Argüelles y Castillo (2001) en concha de abanico y Argüelles (2004) en caracol, durante los años 1997-98 en el área del Callao.

Un factor determinante en la distribución y abundancia de recursos es la actividad extractiva. La característica de vivir asociados al substrato y tener una limitada capacidad de movimiento en la mayoría de invertebrados comerciales de áreas costeras, los hace más sensibles al incremento del esfuerzo de pesca. Así, en muchas áreas del litoral marino del Perú, los índices de abundancia y las tallas medias en las capturas presentan tendencias decrecientes mostrando signos de sobreexplotación. Sin embargo, aspectos de la biología de estas poblaciones aun son desconocidas, por ejemplo distribución y abundancia espacio-temporal de reclutas, por lo que este trabajo muestra las tendencias espacio-temporales de la abundancia de larvas de las especies investigadas.

En este trabajo se analiza la información acumulada del monitoreo de invertebrados marinos en estaciones fijas del Callao del 2008 al 2012, haciendo un estudio de la estructura por tamaños, reclutamiento y abundancia de los invertebrados *A. purpuratus*, *S. chocolata*, *R. polyodon*, *G. ovata* y las condiciones ambientales. También se presenta los resultados del monitoreo de pulpo en las islas de la Región Lima (Ancón – Asia)

ÁREA DE ESTUDIO

El monitoreo de bancos naturales de invertebrados marinos en el área del Callao abarcó las áreas costeras (<30 m de profundidad) aledañas a las islas San Lorenzo, Cabinzas y Palomino (Fig.1). El marcaje de concha de abanico se realizó en el lado este de la isla San Lorenzo.

El monitoreo de pulpo *Octopus mimus* se realizó en los alrededores de las islas en la Región Lima: isla

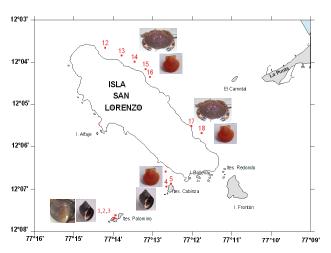


Figura 1.- Estaciones biológicas y oceanográficas durante los monitoreos de invertebrados marinos en estaciones fijas. Callao, 2008-2012

Grande, islotes Lobos, Pata de Cabra y Dos Hermanas (Ancón), Frontón, San Lorenzo; islotes Cabinzas, Palomino (Callao), I. Pachacamac (Chorrillos) e I. Asia (Pucusana).

MATERIAL Y MÉTODOS

Monitoreo de invertebrados marinos en estaciones fijas

Para esta actividad se establecieron 7 estaciones en los alrededores de las islas San Lorenzo, 2 en Cabinzas y 3 en Palomino, las que fueron monitoreadas del 2008 al 2012. Los recursos monitoreados fueron *Argopecten purpuratus, Stramonita chocolata, Romaleon polyodon y Glycymeris ovata*.

Las estaciones de muestreo fueron localizadas mediante un navegador por satélite (Garmin GPS Map) con una precisión de ± 25 m. La profundidad fue determinada usando un ecosonda portátil (Fishfinder 525, Humminbird).

La obtención de muestras biológicas y oceanográficas se realizó a bordo de una embarcación marisquera equipada con equipos de buceo y compresora. Las muestras biológicas se colectaron mediante buceo semiautónomo. En cada estación se tomaron muestras de la fauna y flora asociada al fondo, las cuales fueron colectadas en bolsas de nylon de malla fina, y guardadas en bolsas de polietileno rotuladas para su posterior análisis

en laboratorio. La identificación taxonómica de la fauna y flora colectada se realizó al mínimo taxón posible, luego contada y pesada. Se realizó el muestreo biométrico y biológico de las especies de invertebrados de importancia comercial.

El muestreo biométrico consistió en el registro de la longitud peristomal en gasterópodos, altura valvar en concha de abanico, longitud de la valva en el mejillón y ancho del cefalotórax en crustáceos.

El muestreo biológico consistió en el registro de la dimensión de la valva, caparazón o concha en milímetros usando un malacómetro y/o vernier, peso total, peso de órganos reproductores y estadio de madurez gonadal. Las escalas de madurez gonadal utilizadas fueron la de Rojas et al. (1986) para Stramonita chocolata; Valdivieso y Alarcón (1985) para Argopecten purpuratus; Perea (1998) para Romaleon polyodon.

El reclutamiento fue estimado como la abundancia porcentual durante 10 minutos de buceo de ejemplares menores a 25 mm (caracol), 40 mm (concha de abanico), 50 mm (cangrejo peludo) y 20 mm (mejillón).

La determinación de la temperatura, salinidad y oxígeno del agua de mar se efectuó a dos niveles de profundidad (superficie y fondo). Para el nivel superficial, las muestras de agua de mar fueron colectadas usando un balde de 10 L de capacidad, mientras que, para el nivel de fondo, se utilizó una botella Niskín de 5 L de capacidad con porta termómetro. Las muestras de salinidad se colectaron en frascos de polietileno y posteriormente se analizaron en la sede central por el método de inducción, usando el salinómetro Portasal GUILDLINE modelo 8410A. La determinación de oxígeno disuelto se realizó a bordo, por el método de Winkler.

Marcaje – recaptura de concha de abanico

El marcaje de concha de abanico en el Callao se realizó a bordo de una embarcación marisquera. El procedimiento de marcaje consistió en:

- Captura de concha de abanico mediante buceo semiautónomo
- Inmersión de los ejemplares en una tina de plástico, de 50 L de capacidad, con agua de mar
- Secado de los ejemplares con paño absorbente
- Pegado con pegamento epóxico de marcas plásticas numeradas sobre una de las valvas
- Medición de la altura valvar con un vernier, registro de la altura valvar y fecha de marcaje en una bitácora
- Secado del pegamento por un tiempo máximo de 5 minutos
- Colocación de los ejemplares marcados en tina con agua de mar
- Una vez terminado el proceso de marcado, los ejemplares se devolvieron a su ambiente natural mediante buceo semiautónomo.

La recaptura de los ejemplares de concha de abanico se realizó mediante buceo semiautónomo. Los ejemplares marcados recapturados fueron nuevamente medidos con el mismo vernier. La altura fue registrada en la bitácora, anotándose la fecha de recaptura.

La estimación del crecimiento se realizó mediante el método de Fabens (Haddon, 2001):

$$\Delta L = \left(L_{\infty} - L_{t} \right) \left(1 - e^{-k\Delta t} \right)$$

$$\Delta L = L_{t+\Delta t} - L_{t}$$

Donde:

 $L_{\infty}K$ son los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy

 L_{t} , $L_{t+\Delta t}$ Son la longitud al momento de marcado y recaptura respectivamente

 Δ_{r} es el intervalo de tiempo entre el marcaje y recaptura

El ajuste de los valores de incremento al modelo de Fabens se estimó usando el método de máxima verosimilitud:

$$-veLL = -\sum Ln \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{\left(\Delta L - \Delta \overline{L}\right)^2}{2\sigma^2}} \right)$$

Donde: σ^2

es la varianza constante de los residuos entre los valores de ΔL esperados y observados.

La estimación del crecimiento se realizó usando el software Excel.

Monitoreo de pulpo *Octopus* mimus en las islas de la Región Lima

La captura de los ejemplares de pulpo *O. mimus* fue realizada mediante la técnica de buceo en los alrededores de las islas e islotes frente al litoral de Ancón (isla Grande, islotes Lobos, Pata de Cabra y Dos Hermanas), Callao (islas San Lorenzo, Cabinzas, Palomino y Frontón), Chorrillos (I. Pachacamac) y Pucusana (I. Asia). Las estaciones de buceo fueron previamente establecidas de acuerdo a los conocimientos previos del recurso en esta área.

Sin embargo, éstas fueron modificadas in situ de acuerdo a las características de braveza que presentaba el mar. Las estaciones biológicas y oceanográficas fueron ubicadas mediante un GPS MAP 76CSx Garmin, con coordenadas geográficas referidas al DATUM WGS 84.

Se contó con el apoyo de dos buzos artesanales, además del buzo de las embarcaciones marisqueras (Olenka CO-31933-BM y Junior CO-32901-BM). El esfuerzo (tiempo de inmersión) fue de 15 a 20 minutos por estación de muestreo, en cada una de las cuales los buzos realizaron la búsqueda del recurso. Adicionalmente en algunas estaciones, para caracterizar el área o hábitat del recurso, se colectaron muestras de la macrofauna asociada al substrato rocoso. Los ejemplares recolectados se colocaron en "capachos" para su traslado hacia la embarcación y posteriormente se colocaron en bolsas plásticas rotuladas y trasladaron a tierra donde se realizaron los muestreos biológicos y biométricos respectivos.

Para el análisis biométrico se consideró la longitud del manto (LM) en mm, mientras que para el análisis biológico se determinaron las longitudes y pesos totales (g) por individuo; el estadio de madurez gonadal se determinó utilizando la escala de madurez propuesta por Nacarino (1997): Machos: I (Inmaduro), II (Maduro), III (Desovante), IV (Post-Freza); Hembras: I (Inmaduro), II (En desarrollo), III (En Maduración), IV (En Madurez Total), V (Post-Freza).

La fauna asociada al fondo rocoso fue identificada al mínimo taxón posible con el empleo de bibliografía especializada (ACLETO, 1998; ÁLAMO y VALDIVIESO, 1987; BARNES, 1982; BARNARD, 1954; CHIRICHIGNO, 1970; FAUCHALD, 1977; HOBSON y BANSE, 1981).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Monitoreo de invertebrados marinos en estaciones fijas del Callao

Concha de abanico, Argopecten purpuratus

Las tallas de concha de abanico durante el 2008-2012 oscilaron entre 11 y 88 mm de altura valvar en las islas Cabinzas y San Lorenzo. El rango de tamaños fue ligeramente mayor en la San Lorenzo (11-87 mm) respecto a Cabinzas (27-88 mm). Las tallas medias anuales variaron entre 51,8-59,2 mm (isla Cabinzas) y entre 47,1-58,5 mm (isla San Lorenzo) (Tabla 1, Fig. 2).

Durante el periodo analizado, la abundancia de ejemplares menores a 40 mm de altura valvar presentó cambios significativos. En el 2008 se registraron dos periodos de abundancia, el primero en julio-agosto en la estación 12, y el segundo a finales del 2008 en las estaciones 18-19. Del 2009 al 2010 se observó un solo periodo de abundancia anual entre las estaciones 15-18 a finales del 2009 y en abril-junio del 2010. En el 2011, el pico de reclutas fue observado en julio-setiembre en las estaciones 16-18; finalmente el 2012 se observó un fuerte reclutamiento en julio-noviembre en las estaciones 15-18 (Fig. 3).

En el período estudiado la mayor abundancia (N° ejemplares/10 min buceo) se observó en las estaciones 15-18 en agosto y octubre del 2010, y abundancia media en la estación 12 en agosto 2010. En el 2008 y en diferentes momentos, se observaron picos de abundancia en las estaciones 12, 16 y 18. En el 2009, abundancias medias se registraron en las estaciones 14-18 y de julio a diciembre. Durante el 2011 no se observaron áreas con alta abundancia, y áreas con densidades medias se presentaron en las estaciones 16-18 de mayo a setiembre; finalmente, en el 2012 se

Tabla 1.- Talla mínima, máxima, promedio y número de ejemplares de concha de abanico medidos por áreas y años

,		Altura valvar (mm)						
Årea	Año	Número	Mínima	Máxima	Promedio			
0	2008	656	17	81	48,9			
San Lorenzo	2009	370	21	85	47,1			
	2010	2060	11	85	50,4			
	2011	261	25	87	58,5			
Š	2012	790	19	82	50,5			
	2008	416	30	86	55,0			
Cabinzas	2009	194	27	85	57,9			
	2010	826	32	83	57,5			
	2011	154	43	<i>7</i> 5	59,2			
	2012	243	30	88	51,8			

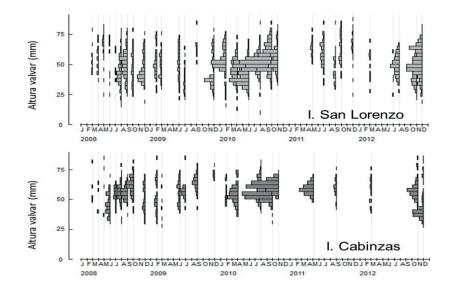


Figura 2.- Estructura por tallas de concha de abanico durante monitoreos 2008-2012. Islas San Lorenzo y Cabinzas

observó una pequeña abundancia a fines de año en las estaciones 16-18 (Fig. 4).

Caracol, Stramonita chocolata

Del 2008 al 2012 se midieron un total de 8058 ejemplares del caracol *S. chocolata* en el área de estudio. La estructura por talla varió entre 11 y 83 mm de longitud peristomal, y la talla media anual fluctuó entre 40,8 (2010) y 47,6 (2012) mm. El recurso presentó una estructura polimodal durante el periodo muestreado (Tabla 2, Fig. 5).

El reclutamiento de caracol en la isla Palomino presentó una alta

variación mensual durante el 2008, con los mayores valores en abril-mayo y setiembre-octubre. El 2009, los mayores valores se observaron en febrero y julio, mientras que en los demás meses del año la incidencia de reclutas fue menor al 5%, y en algunos meses como marzo y diciembre no se observó reclutamiento. De junio a octubre 2010 se observó mayores reclutamientos; en el 2011, en setiembre y octubre y en el 2012, el reclutamiento fue menor a lo observado en años anteriores (Fig. 6).

En la isla Cabinzas, el 2008 se registró alta incidencia de reclutas en junio-agosto y diciembre y,

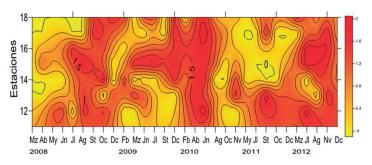


Figura 3.- Distribución espacio-temporal de la abundancia de reclutas de concha de abanico (Log(%N). Monitoreos 2008-2012. Isla San Lorenzo, Callao

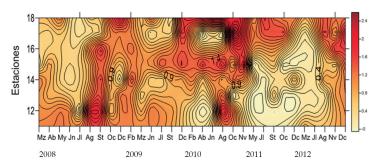


Figura 4.- Distribución espacio temporal de la abundancia (CPUE-N° 10 min buceo) de concha de abanico. Monitoreos 2008-2012. Isla San Lorenzo-Callao. Isla San Lorenzo, Callao

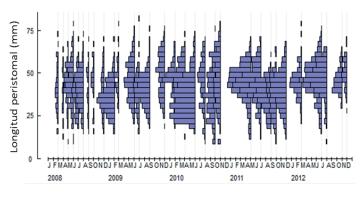


Figura 5.- Estructura por tallas de caracol. Monitoreos 2008-2012 . Islas Cabinzas y Palomino

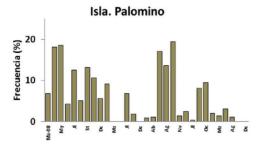
Tabla 2.- Talla mínima, máxima, promedio y número de ejemplares de caracol por año

Año	N	Longitud (mm)					
7110	1 1	Mínimo	Máximo	Promedio			
2008	1064	11	80	41.5			
2009	1442	15	83	42.2			
2010	1958	12	77	40.8			
2011	2202	11	70	41.4			
2012	1392	11	81	47.6			
Total	8058	11	83	42.5			

no se reportó en mayo y setiembre-octubre. Durante el 2009, mayor reclutamiento se observó en febrero decayendo a <5% posteriormente. En el 2010 los más altos valores se dieron a fines de año. En el 2011, los máximos reclutamientos se notaron en mayo-julio y octubre-diciembre. Durante el 2012 los reclutamientos, al igual que en la isla Palomino, fueron menores a lo observado en años anteriores (Fig. 6).

En la isla Cabinzas, el 2008 se registró alta incidencia de reclutas en junio-agosto y diciembre y, no se reportó en mayo y setiembre-octubre. Durante el 2009, mayor reclutamiento se observó en febrero decayendo a <5% posteriormente. En el 2010 los más altos valores se dieron a fines de año. En el 2011, los máximos reclutamientos se notaron en mayo-julio y octubre-diciembre. Durante el 2012 los reclutamientos, al igual que en la isla Palomino, fueron menores a lo observado en años anteriores (Fig. 6).

Los valores de abundancia (N° ejemplares/10 min buceo) de caracol en la isla Palomino durante el periodo de estudio presentaron una tendencia mensual variable. El valor más alto se observó en junio 2010 (>250 ejem/10min), seguido por los picos de setiembre y febrero del 2009, y mayo del 2011. Durante el 2008, los valores de abundancia no superaron los 100 ejemplares/10 min buceo, y la abundancia presentó una tendencia creciente de abril a agosto. En el 2009, los valores de abundancia presentaron una tendencia creciente de marzo a setiembre, disminuvendo en diciembre. En el 2010, los valores se incrementaron de febrero a junio. En el 2011, los valores mostraron una tendencia creciente de julio a diciembre. Durante el 2012 la abundancia tuvo tendencia decreciente de julio a diciembre; en julio el índice de abundancia fue similar a lo registrado en 2008, 2009 y 2011 (Fig. 7).



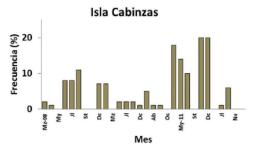
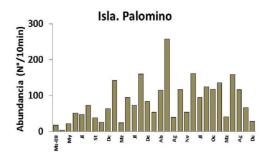


Figura 6.- Variación total de reclutamiento de caracol (<40 mm) Monitoreros 2008-2012. Islas Cabinzas y Palomino



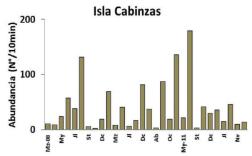


Figura 7.- Variación mensual de abundancia (CPUE- $N^{\circ}10$ minbuceo) de caracol. Monitoreos 2008-2012.Islas Palomino y Cabinzas

En la isla Cabinzas, los mayores valores de abundancia se registraron en julio 2011, noviembre 2010 y agosto 2008. La abundancia se incrementó de mayo a agosto 2008, de octubre 2008 a febrero 2009, y de julio a diciembre 2009. Los valores de abundancia en el 2012 fueron <50 ejemplares por 10 min de buceo (Fig. 7)

Cangrejo peludo, Romaleon polyodon

En el periodo de estudio, las tallas del cangrejo peludo oscilaron entre 5 y 143 mm de ancho de cefalotórax; la talla media anual varió entre 79,0 mm (2010) y 94,1 mm (2011) (Tabla 3). La estructura por tallas se caracterizó por ser multimodal en la mayoría de los meses muestreados (Fig. 8).

El reclutamiento presentó altos valores en el verano y otoño. Las principales áreas de reclutamiento fueron las estaciones 16-18. La mayor abundancia se observó en marzo y mayo-junio 2008, en febrero y marzo 2009 y abril 2010. Durante el 2011 y 2012, a diferencia de años anteriores, la estación 14 fue el área de mayor reclutamiento,

Tabla 3.- Tallas y número de ejemplares de cangrejo peludo por años. Isla San Lorenzo.

		Α.	naha aafalatáray (
Año	N	Ancho cefalotórax (mm)							
		Min	Max	<u>Prom</u>					
2008	694	35	143	83.6					
2009	372	17	141	83.0					
2010	453	5	143	79.0					
2011	92	46	131	94.1					
2012	203	47	141	85.4					
Total	1814	5	143	83.1					

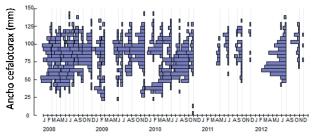


Figura 8.- Estructura por talla del cangrejo peludo. Monitoreos 2008-2012. Isla San Lorenzo

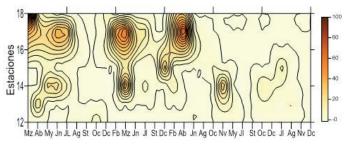


Figura 9.- Distribución espacio temporal de ejemplares del cangrejo peludo <50 mm. Monitoreos 2008-2012, Isla San Lorenzo

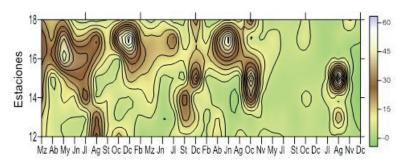


Figura 10.- Distribución espacio-temporal de abundancia del cangrejo peludo. Monitoreos 2008-2012. Islas San Lorenzo

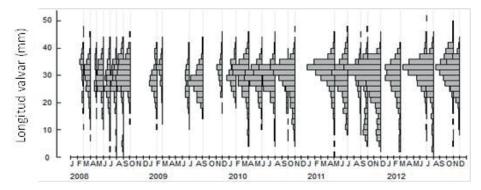


Figura 11.- Estructura por tallas de mejillón. Monitoreos 2008-2012. Isla Palomino

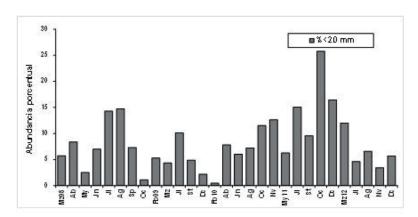


Figura 12.- Frecuencia porcentual de ejemplares de mejillón <20 mm de altura valvar. Monitoreos 2008-2012. Isla Palomino

coincidiendo con la abundancia observada en las estaciones 16 y 18, excepto en noviembre 2010 que se registró el pico de mayor abundancia. El 2012 el reclutamiento fue bajo en relación con años anteriores (Fig. 9).

La abundancia espacial y temporal estimada como cantidad de ejemplares capturados durante 10 minutos de buceo se presenta en la Fig. 10. Se registraron cinco pulsos de abundancia con valores >30 ejem.10 min⁻¹. El primero fue observado en otoño 2008, el segundo a fines del

2008 e inicios del 2009, mientras que el tercero y cuarto en los meses de otoño y primavera del 2010; el quinto en agosto 2012 frente a la estación 15. Estos pulsos fueron registrados en el área centro-sur de la isla San Lorenzo (Fig. 10).

Mejillón, Glycymeris ovata

Presentó tallas entre 1 y 52 mm de longitud valvar, con medias anuales de 27,9 mm (2011) a 30,6 mm (2012). La estructura por tallas mensual se caracterizó por presentar varias modas, con una mayor

incidencia de ejemplares mayores a 25 mm (Fig. 11).

Durante el periodo analizado se observaron dos pulsos de reclutamiento en el 2008, el primero de mayor abundancia entre julio y agosto y el segundo en abril.

En el 2009 el principal pico de reclutas se dio en julio, en el 2010 se registró un largo periodo de reclutamiento de abril a noviembre, con altos valores en octubre-noviembre. En el 2011 los mayores valores de reclutamiento ocurrieron en

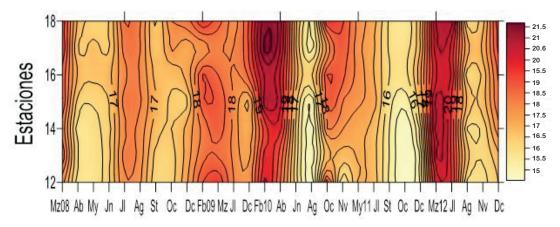


Figura 13.- TSM. Periodo 2008-2012. Isla San Lorenzo. El eje vertical indica las estaciones a lo largo de la isla San Lorenzo. (ver fig. 2)

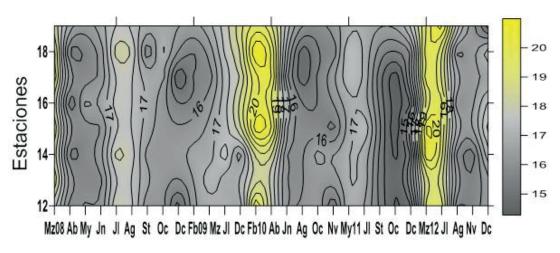


Figura 14.- TFM. Periodo 2008-2012. Isla San Lorenzo. El eje vertical indica las estaciones a lo largo de la isla San Lorenzo. (ver fig. 2)

octubre-diciembre. En el 2012 los valores de reclutamiento disminuyeron respecto al 2011 (Fig. 12).

Ambiente

Temperatura.- En las figuras 13 y 14, se muestra la temperatura superficial del mar (TSM) y de fondo (TFM) registradas en las estaciones alrededor de la isla San Lorenzo durante el periodo de estudio. TSM y TFM presentaron patrones similares debido a la poca profundidad del área muestreada. La TSM fluctuó entre 14,5 °C y 21,8 °C, con una media de 17,5 °C; la mayor temperatura (21 °C) se registró a fines del 2009 e inicios del 2010, y en marzo-julio del 2012 con valores >20 °C. Las menores temperaturas se presentaron en julio-agosto 2010 y octubre 2011 (15 °C), y en agosto-noviembre 2012 (15,5 °C).

LaTFM varióentre 14,2°C y 21,2°C, con un promedio de 16,83 °C para el periodo 2008-2012. Los menores valores (14,2°C) se registraron en setiembre-diciembre 2011, en la mayoría de estaciones muestreadas de la isla San Lorenzo. Otros periodos con menores valores de TFM fueron observados en otoño 2008, primavera-verano 2009 e invierno 2010. Durante el 2012, las temperaturas variaron entre 15 °C y 16 °C de agosto a noviembre. Los mayores valores se registraron en el verano 2010 y en marzo 2012, con un máximo de 20 °C.

Oxígeno.- En las figuras 15 y 16 se observan los valores de oxígeno superficial del mar (OSM) y de

fondo (OFM). El OSM varió entre 2,08 y 7,79 mL/L con una media de 4,60 mL/L, mientras que en el fondo el OFM varió entre 0,39 y 7,65 mL/L con un promedio de 3,25 mL/L. En superficie, los mayores valores de oxigeno se registraron en la primavera 2008, otoño 2010 y en marzo 2012, con un máximo de 7 mL/L. Los menores valores se registraron en otoño 2008, otoño y primavera 2009, otoño 2011 y agosto 2012, con un mínimo de 1 mL/L.

Los mayores valores de OFM (7mL/L) se registraron en el verano 2010 en las estaciones 16-18. Durante el otoño 2008, los niveles de oxígeno variaron entre 1 y 3 mL/L en la isla San Lorenzo, incrementándose de junio a diciembre alcanzando 4 mL/L, tendiendo a disminuir en el

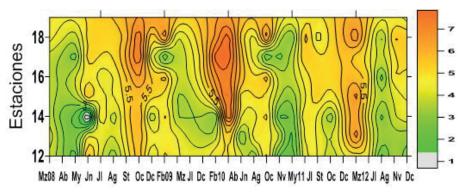


Figura 15.- OSM. Durante el periodo 2008-2012. Isla San Lorenzo. El eje vertical indica las estaciones a lo largo de la isla San Lorenzo. (ver fig. 2)

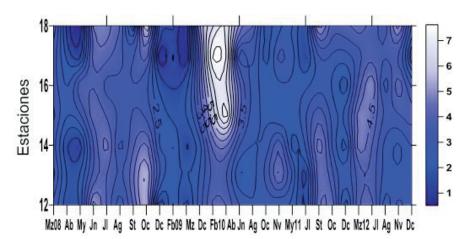


Figura 16.- OFM. Durante el periodo 2008-2012. Isla San Lorenzo. El eje vertical indica las estaciones a lo largo de la isla San Lorenzo. (ver fig. 2)

Tabla 4.- Número de ejemplares marcados y recapturados de concha de abanico. Experimentos de marcación. Callao. 2011-2012

AÑO		2011		2012			
Altura valvar (mm)	Marcados (N°)	Recapturados vivos (N°)	Recapturados muertos (N°)	Marcados (N°)	Recapturados vivos (N°)	Recapturados muertos (N°)	
15-19				5			
20-24				8			
25-29	3			54		1	
30-34	28			197		3	
35-39	94	9		352	6	7	
40-44	331	45	3	339	33	9	
45-49	437	41	5	359	66	12	
50-54	514	62	8	310	57	3	
55-59	605	53	9	196	29		
60-64	374	18	8	176	11	1	
65-69	209	13	7	76	4		
70-74	117	9	3	19	1		
75-79	62	7	1	10	1		
80-84	38	5	5	4			
85-89	12	3		1			
90-94	6	1	1				
95-99							
Total	2830	266	50	2106	208	36	
Tasa de re	captura (%)	9.40			9.88		

verano 2009. En diciembre 2009, los valores se incrementaron hasta 3,5 mL/L y variaron entre 2 y 2,5 mL/L en el 2010. En el 2011, los niveles de

oxígeno fueron menores en otoño e invierno, para luego incrementarse en la primavera. Durante el 2012 se observó un núcleo de concentración de oxigeno de 4,5 mL/L en las estaciones 14-16 en marzo-julio y posteriormente fueron homogéneos con valores en 3 mL/L.

Tabla 5.- Valores promedio, desviación típica, error típico, intervalos de confianza para la media y valores mínimos y máximos de las tasas de crecimiento (mm.mes⁻¹) por intervalos de tamaños de concha de abanico. Experimentos de marcaje—recaptura. Callao, 2011

Altura valvar		Tasa de crecimiento		Intervalo de c	Tasa de crecimiento			
promedio (mm)	N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
30-35								
35-39	2	2.900					0.780	5.020
40-44	17	4.868	0.939	0.228	4.385	5.351	3.070	6.460
45-49	51	4.651	1.174	0.164	4.321	4.981	1.560	7.330
50-54	64	3.711	1.279	0.160	3.392	4.031	0.000	6.010
55-59	62	3.175	1.079	0.137	2.901	3.449	0.170	5.650
60-64	31	2.281	1.206	0.217	1.839	2.724	0.280	4.020
65-69	12	1.622	1.178	0.340	0.873	2.370	0.000	3.860
70-74	9	0.906	0.900	0.300	0.214	1.597	0.000	2.270
75-79	9	1.216	1.147	0.382	0.334	2.098	0.100	3.080
80-84	4	0.898	0.574	0.287	-0.015	1.810	0.070	1.390
85-89	3	0.633	0.983	0.568	-1.809	3.075	0.000	1.760
90-94	1	0.220					0.220	0.220
Total	265	3.302	1.631	0.100	3.105	3.500	0.000	7.330

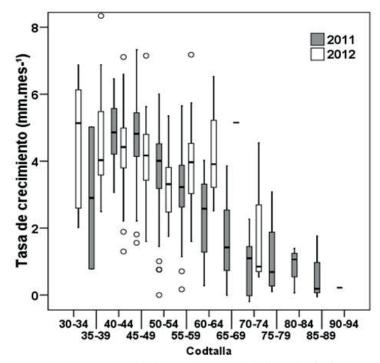


Figura 17.- Diagrama Box-Plot de tasas de crecimiento de concha de abanico por intervalos de talla. Las barras representan los cuartiles 25 y 75 de distribución de los valores. la línea centarl dentro de la barra representa el valor mediano. los círculos representan los valores atípicos

Marcaje y recaptura de concha de abanico

Entre diciembre 2010 y diciembre 2012 se marcaron un total de 4936 ejemplares de concha de abanico. En el 2011 se recapturaron 266

ejemplares vivos (9,40%) y 50 ejemplares muertos marcados (incluye ejemplares con una sola valva, o partes de las valvas pero con la marca plástica numerada) y, en el 2012 se recapturaron 208 ejemplares vivos (9,88%) y 36 ejemplares

muertos. Los ejemplares marcados presentaron tallas entre 15 y 94 mm de altura valvar, estando la mayoría entre los rangos 35-39 y 65-69 mm (Tabla 4).

Las tasas de crecimiento promedio fueron 3,302 mm.mes⁻¹ en el 2011 y 4,156 mm.mes⁻¹ en el 2012. Las tasas variaron entre 0,0 - 7,333 en el 2011 y 0,55 - 13,13 mm.mes⁻¹ en el 2012. En el 2011, las mayores tasas de crecimiento se estimaron para ejemplares del intervalo 45-49 mm, mientras que los menores valores se estimaron para el rango de 90-94 mm (Tabla 5, Fig. 17). Las tasas de crecimiento fueron de tendencia decreciente a partir del intervalo 40-44 mm (4,868 mm.mes-1) hasta el intervalo 95-99 mm (0,22 mm.mes⁻¹) (Fig. 17). Durante el 2012, la mayor tasa de crecimiento se estimó para un ejemplar del rango 65-69 mm (5,150 mm.mes⁻¹). En general, las mayores tasas se registraron a menores tamaños con una tendencia decreciente a mayores tamaños (Tabla 6).

Los valores de los parámetros de crecimiento de Von Bertalanffy fueron de 100 mm para la longitud

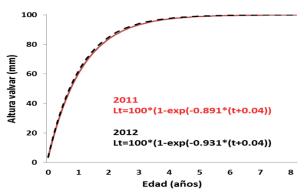


Figura 18.- Curva de crecimiento de von Bertalanffy para concha de abanico estimada mediante el método de Fabens a partir de datos de tasas de crecimiento. Experimentos de marcaje recaptura. Callao, 2011 - 2012

Tabla 6.- Valores promedio, desviación típica, error típico, intervalos de confianza para la media y valores mínimos y máximos de las tasas de crecimiento (mm.mes-1) por intervalos de tamaño de concha de abanico. Experimentos de marcaje-recaptura. Callao, 2011

Altura valvar	N	Tasa de crecimiento		Intervalo de c media	Tasa de crecimiento			
promedio (mm)	.,	Media	Desviación Erro Media				Mínimo	Máximo
			típica	típico	Límite inferior	Límite superior		
30-35	6	4.650	1.940	0.792	2.614	6.686	2.020	6.880
35-39	27	4.577	1.295	0.249	4.065	5.089	2.500	8.340
40-44	81	4.425	1.441	0.160	4.106	4.744	1.300	13.130
45-49	54	4.246	1.552	0.211	3.823	4.670	1.600	10.450
50-54	35	3.251	0.965	0.163	2.920	3.583	1.750	5.350
55-59	21	3.953	1.299	0.283	3.362	4.544	1.600	7.180
60-64	3	4.320	2.036	1.176	-0.738	9.378	2.520	6.530
65-69	1	5.150					5.150	5.150
70-74	3	1.980	2.222	1.283	-3.540	7.500	0.550	4.540
75-79								
80-84								
85-89								
90-94								
Total	231	4.156	1.470	0.097	3.966	4.347	0.550	13.130

Tabla 7.- Número, talla y peso mínimo, máximo, promedio y porcentaje de peso <1 kg por áreas. Monitoreo de pulpo. Islas de la Región Lima. 2012

		ANCON	CALLAO	CHORRILLOS	PUCUSANA	TOTAL
(mm)	N	13	25	4	6	48
<u>.</u> <u>E</u>	min	84	96	97	137	84
Talla	max	177	195	112	155	195
⊣ a	Prom	121.3	140.8	103	144.5	132.8
	N	13	26	4	6	49
. (g	min	450	271	460	1050	271
Peso	max	1900	2479	650	1514	2479
. B	Prom	1038.5	1074.8	545.0	1278.5	1046.9
	% > 1kg	38.5	34.6	0.0	100.0	40.8

infinita, 0.891 año⁻¹ y 0.931 año⁻¹ para el parámetro que describe la curva de von Bertalanffy (K) para el 2011 y 2012 respectivamente, y de -0.04 para la edad a la longitud cero (t_0). Con estos parámetros se estimó la edad en años por ta-

maños. Así, un ejemplar al año de edad puede alcanzar los 60-62 mm, a los 2 años 83-85 mm y a los 3 años 93-94 mm (Fig. 18).

Monitoreo de Pulpo en las islas de la Región Lima Estructura de tallas y pesos.- Se midieron 48 ejemplares y se pesaron 49 ejemplares de pulpo. Las tallas variaron entre 84 y 195 mm de longitud de manto, con una media de 132,8 mm; mientras que, los pesos totales variaron entre 271 y

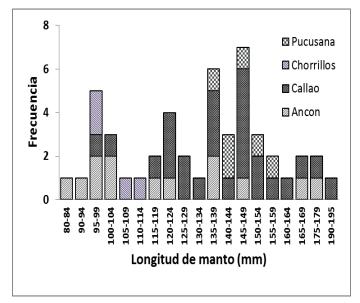


Figura 19.- Estructura por tallas de pulpo. Monitoreo de islas, Región Lima. 2012

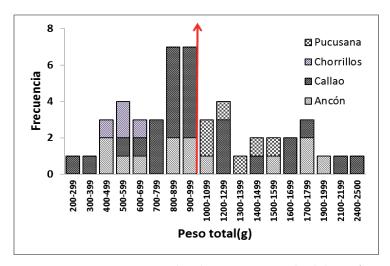


Figura 20.- Estructura por peso de pulpo. Monitoreo en islas de la Región Lima. La línea roja indica el peso mínimo de extracción legal

Tabla 8.- Abundancia en N° y peso de pulpo por tiempo de buceo y áreas. Monitoreo de pulpo. Islas de la Región Lima

Abundancia	ı Zona	N	Media	Minimo	Máximo	Int. Conf M	Int. Conf Media (95%)	
x 20 min	ZUIIA	IN	ivieura	IVIIIIIIIO	IVIAXIIIIU	Lim Sup	Lim Inf	
	Ancon	26	0.44	0	2.67	0.2	0.7	
2	Callao	29	0.48	0	2.00	0.3	0.7	
Numero	Chorrillos	13	0.30	0	2.11	-0.1	0.7	
ž	Pucusana	22	0.29	0	2.11	0.0	0.6	
	Total	90	0.39	0	2.67	0.3	0.5	
	Ancon	26	430.13	0	2666.67	164.4	695.8	
. 0	Callao	29	499.18	0	2578.00	240.9	757.4	
Peso	Chorrillos	13	162.21	0	1168.42	-50.4	374.8	
	Pucusana	22	367.48	0	2698.95	-0.6	735.6	
	Total	90	398.37	0	2698.95	256.6	540.1	

2479 g con una media de 1046,9 g. Las mayores tallas y pesos medios se observaron en Pucusana (144,5 mm, 1278,5 g), seguido de Callao (140,8 mm, 1074,8 g), Ancón (121,3 mm, 1038,5 g) y Chorrillos (103 mm, 545 g). La presencia de ejemplares mayores al peso mínimo de extracción (1 kg) fue mayor en Pucusana (100%), seguido de Ancón (38,5%) y Callao (34,6%). En Chorrillos no se registraron ejemplares con pesos mayores a 1 kg (Tabla 7, Figs. 19, 20).

Abundancia.- La abundancia promedio fue de 0,39 ejemplares por 20 minutos de buceo para todas las áreas. Las mayores abundancias promedio se registraron en Callao (0,48 ej.20min⁻¹) y Ancón (0,44 ej. 20min⁻¹), mientras que las menores en Pucusana (0,29 ej.20 min) y Chorrillos (0,30 ej.20min⁻¹).

En relación a la abundancia en peso, el promedio fue de 398,37 g. 20 min⁻¹, siendo mayores en Callao (499,18 g.20 min⁻¹) y Ancón (430,13 g.20 min⁻¹), y menores en Chorrillos (162,21 20 min⁻¹) (Tabla 8).

Las densidades en número y peso presentaron una gran variabilidad en todas las áreas muestreadas. Los valores oscilaron entre 0 y 2,67 ej.20 min⁻¹, y 0 y 2698,95 g.20 min⁻¹. Las mayores variaciones se observaron en las zonas de Chorrillos y Pucusana, mientras que en Callao se registraron las menores dispersiones de los valores de densidad en número y peso (Fig. 21).

Madurez gonadal.- La madurez gonadal de hembras y machos de *O. mimus* en las áreas monitoreadas se muestran en la figura 22. Para hembras, en Chorrillos y Pucusana predominó el estadio II (en desarrollo); en Callao los estadíos II, IV (Madurez total) y I (Inmaduro) y en Ancón todos los estadios de madurez gonadal con una predominancia del estadio II. En machos predominó el estadio II (Maduro) en Ancón, Callao y Chorrillos, mientras que en Pucusana destacaron los ejemplares en estadios III (Desovante) y IV (Post Freza).

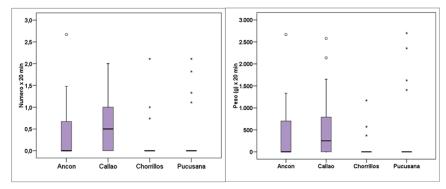


Figura 21.- Diagrama Box-plot de las densidades en número y peso por áreas registaradas durante el monitoreo de pulpo en las islas de la región Lima. Las barras indican los percentiles 25, 50 y 75 de distribución, y los círcuos y estrellas valores atípicos y outlieres

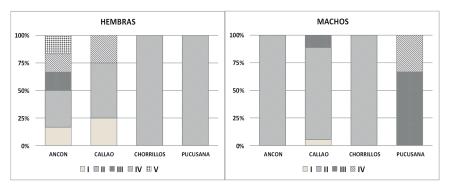


Figura 22.- Estructura por peso de pulpo. Monitoreo en las islas de la región Lima

CONCLUSIONES

Los resultados del monitoreo de invertebrados marinos en estaciones fijas del 2008 al 2012 han permitido generar información no sesgada por la pesquería, en base a las cuales se establecen patrones de algunos procesos biológicos como son el reclutamiento y abundancia. Ha sido posible estimar parámetros de crecimiento para la concha de abanico mediante métodos directos como el marcaje-recaptura. Asimismo, no solo se han encontrado patrones temporales, sino que se han identificado áreas de mayor abundancia de reclutas, lo que podría tener un fuerte impacto en la determinación de medidas de manejo alternativas en la regulación pesquera. Por vez primera se ha realizado el monitoreo de pulpo en las islas frente a Ancón, Callao, Chorrillos y Pucusana. Los resultados mostraron que este recurso habita naturalmente en las zonas prospectadas a densidades variables.

REFERENCIAS

Acleto C, Zúñiga R. 1998. Introducción a las algas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Primera Edición. Lima, Perú. 383 pp.

ÁLAMO V, VALDIVIESO V. 1987. Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú. Inst. Mar Perú, Boletín Volumen Extraordinario. 205 pp.

Argüelles J, Castillo G. 2001. Tallas, densidad y distribución de *Argopecten purpuratus* durante 1998 en la bahía de San Lorenzo, Callao, Perú. En: El Niño en América Latina. Impactos biológicos y sociales (Eds. Tarazona, Arntz, Castillo) 163-168.

Argüelles J. 2004. Cambios en la estructura y dinámica poblacional del caracol *Stramonita chocolata* (Duclos, 1832) asociados al evento El Niño 1997-98 en la zona del

Callao, Perú. 70 p. Tesis para optar el grado de Magister en Recursos Acuáticos, mención Ecología Acuática. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Arntz W, Fahrbach F. 1996. El Niño. Experimento climático de la naturaleza. Causas físicas y efectos biológicos. Fondo de Cultura Económica. México. 312 p.

BARNARD J. 1954. Amphipoda of the family Ampeliscidae collected in the Eastern Pacific Ocean by the VELERO III and VELERO IV. Allan Hancock Pacific Expeditions, 18(10): 1-137.

Barnes R. 1982. Zoología de Invertebrados. 4ta Edición. Nueva Editorial Interamericanta, 1157pp.

Chirichigno N. 1970. Lista de crustáceos del Perú (Decapoda y Stomatopoda). Inf. Inst. Mar Perú, 35: 1-237.

Haddon, M. 2001. Modelling and quantitative methods in fishe-ries Chapman and Hall. 406 p.

Hobson K, Banse K. 1981. Sedentariate and archiannelid polychaetes of British Columbia and Washington. Bull. Fish. Aquat. Sci., 209: 1-144.

FAUCHAL K. 1977. The Polychaete worms. Definitions and keys to the order, families and genera. University of Southern California. Science, Series 28: 1-188.

Perea M. 1998. Estudio de la biología reproductiva del "Cangrejo peludo", Cancer setosus Molina, 1782 (Crustacea: Decapoda: Cancridae) en la zona de Pisco. Tesis para optar el titulo de biólogo. Universidad Ricardo Palma.

Rojas N, Tarazona J, Ishiyama V. 1986. Ciclos de reproducción y escala de madurez gonadal en el caracol *Thais (Stramonita) chocolata* (Duclos 1832). Revista Ciencias UNMSM., Vol. 74, N°1, 117-129.

Valdivieso V, Alarcón H. 1985. Comportamiento del ciclo sexual y cambios en la abundancia relativa de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* (L.), en el área del Callao durante el fenómeno de El Niño 1982-83. En: Ciencia, Tecnología y Agresión Ambiental: El fenómeno El Niño. pp. 455-482. Cons. Nac. Ciencia y Tecnología. Lima, Perú.