

ABRIL – 2021



INFORME FINAL

***Propuesta de Ordenamiento y
conservación del recurso
Loxechinus albus “erizo” en Punta
Coles (Ilo, Moquegua)***

JOSÉ CARLOS ZAPATA ROJAS
CONSULTOR EN RECURSOS PESQUEROS Y MACROALGAS

INTEGRANTES DE LA COMISIÓN TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO Y/O ORDENAMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL RECURSO ERIZO EN PUNTA COLES, ÁMBITO DE LA RESERVA NACIONAL SISTEMA DE ISLAS, ISLOTES Y PUNTAS GUANERAS

- Blgo. Emil Enríquez Ochoa
Gerencia Regional de la Producción de Moquegua-GERPRO
- Mg. Oscar A. García Tello
Jefe de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras
- Ing. Ygor Sanz Ludeña
Coordinador del Laboratorio Costero de IMARPE-ILO

INDICE

1. Introducción	3
2. Metodología.....	4
2.1 Área de estudio.....	4
2.2 Muestreo	4
2.3 Análisis de los datos	6
2.3.1 Pesquería.....	6
2.3.2 Abundancia y Biomasa	6
2.3.3 Estructura por tallas y edad	8
2.3.4 Relación Diámetro de la testa (DT) vs Peso total (PT).....	8
2.3.5 Aspectos reproductivos	9
2.3.6 Estimación de Limite de captura	9
2.4 Propuesta de ordenamiento y conservación del recurso erizo	10
3. Resultados.....	11
3.1 Pesquería.....	11
3.2 Distribución y concentración.....	13
3.3 Abundancia y Biomasa	16
3.4 Estructura por tallas y edad	16
3.5 Relación Diámetro de la testa vs Peso Total	20
3.6 Aspectos reproductivos	20
3.7 Otras especies	22
3.8 Estimación de Limite de captura y Puntos Biológicos de Referencia	23
4. Propuesta de ordenamiento y conservación del recurso erizo	25
5. Discusión	27
6. Conclusiones.....	28
7. Taller de presentación de resultados	28
8. Referencias bibliográficas	33

Propuesta de Ordenamiento y Conservación del recurso *Loxechinus albus* “erizo” en Punta Coles (Ilo, Moquegua)

1. Introducción

La Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras – RNSIIPG, establecida mediante Decreto Supremo N° 024-2009-MINAM, está conformada por 22 islas, 11 puntas guaneras y el ámbito marino adyacente, a lo largo del litoral peruano; cuyo fin es conservar una muestra representativa de la diversidad biológica de los ecosistemas marino costeros del mar frío de la corriente de Humboldt, asegurando la continuidad del ciclo biológico de las especies que en ella habitan, así como su aprovechamiento sostenible con la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos. Punta Coles, forma parte de esta reserva y es hábitat de diferentes especies bentónicas de importancia comercial, las que son recurso objetivo de la flota marisquera del Puerto de Ilo.

El erizo es uno de los principales recursos que extrae la flota marisquera de las regiones Ica, Arequipa y Moquegua, presentando en los últimos años una creciente demanda, registrando en el 2019 un desembarque de 3984 t a nivel nacional, que ha traído beneficios económicos para los pescadores artesanales, sin embargo, esto puede conllevar a la disminución de sus poblaciones. En el puerto de Ilo (Moquegua), la pesquería de erizo presenta fluctuaciones, variando entre 0,03 t (2017) y 394 t (2020), con volúmenes que se incrementaron en la última década, con mayores desembarques en los años 2014, 2015 y 2020.

En diciembre 2015, se realizó un levantamiento de información (Estudio de Línea Base Biológica) como insumo para el ordenamiento espacial (zonificación) y normas de uso con responsabilidad pesquera, asimismo, se determinó que el erizo verde presentó una amplia distribución en la zona de Punta Coles, estando asociado a las praderas de macroalgas y a profundidades menores a 15 m, sus mayores densidades se presentaron en la zona central de la Punta llegando a registrar hasta 21 ind/m², mientras que en el norte y sur del área las densidades fueron mayormente menores a 5 ind/m², asimismo, presentó una distribución de tallas que varió entre 26 y 96 mm de diámetro de la testa y la incidencia de ejemplares menores a la talla mínima de extracción fue del 71,7% (SERNANP, 2016).

La información sobre los elementos de conservación a nivel submareal en Punta Coles es escasa, presentando vacíos temporales de información biológica y poblacional. Por lo que es necesario continuar con las investigaciones para complementar la existente, a fin de contar con una base de datos de la biología, ecología y pesquería del recurso erizo en Punta Coles, que permita establecer acciones efectivas de ordenamiento pesquero y conservación del hábitat.

El manejo de los recursos pesqueros, debe ser interdisciplinario, requiriendo además del conocimiento de la biología de la especie, información económica y sociocultural, a fin de que se puedan valorar todas las partes y los grupos involucrados en el uso de los recursos naturales (Keyl, 2004). En lugar de solamente considerar la biología y ecología en el uso de un recurso, las decisiones tomadas tienen que ser justificadas también bajo un enfoque socio-económico, lo que produce problemas de comunicación y entendimiento entre los expertos involucrados (Hilborn y Walters, 1992). El manejo de los recursos debe ser dinámico y adaptativo, debido a que es un proceso que requiere un aprendizaje de las partes y se adapta a las circunstancias de cada momento en particular; esto principalmente a que los recursos pesqueros

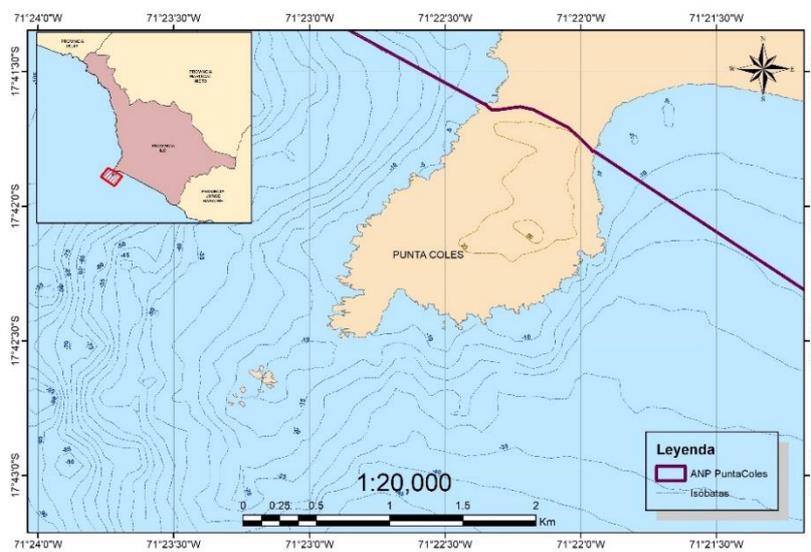
están sujetos a numerosas fuentes de incertidumbre (Seijo et al, 1998). En ese sentido, el manejo adaptativo es un proceso en el cual las acciones de manejo son probados y revisado de forma continua, organizada y dinámica, existiendo una retroalimentación y un aprendizaje. En Punta Coles, se viene promoviendo el ordenamiento y conservación de los recursos, a través de la implementación de la Resolución Ministerial N° 308-2020-PRODUCE y Resolución Ministerial N° 035-2021-PRODUCE que aprueba las medidas de ordenamiento y conservación del recurso pulpo de manera conjunta con las autoridades competentes y la comunidad de pescadores artesanales; el modelo de manejo se replicara hacia otros recursos, siendo uno de ellos el erizo verde (*L. albus*)

El presente documento alcanza una propuesta de manejo del recurso *L. albus* erizo verde en Punta Coles, describiendo un análisis de su pesquería, así como los resultados de la Evaluación Poblacional del recurso erizo verde en Punta Coles, efectuada entre el 4 y 7 de marzo del 2021.

2. Metodología

2.1 Área de estudio

El área de estudio comprendió la zona submareal de Punta Coles, ámbito de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, localizada a 7 km al sur de Ilo (Moquegua) (Figura 1). Aproximadamente a una hora de navegación desde el Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) del Puerto de Ilo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1: Mapa de ubicación del Área Natural Protegida de Punta Coles (Ilo – Moquegua).

2.2 Muestreo

Para efectuar el trabajo de campo de la evaluación poblacional del recurso erizo, previamente se consideró acciones de bioseguridad en prevención al contagio por el COVID-19 para el personal técnico de campo y al personal de apoyo en el muestreo en laboratorio. En ese sentido, la tripulación (motorista y buzos) y el personal científico pasaron las pruebas para detección de antígenos (pruebas rápidas), asimismo durante el trabajo se mantuvo la distancia y se utilizó los equipos de

protección personal EPP como mascarillas, protector facial, así como alcohol para la desinfección de manos y materiales.

Para el muestreo en Laboratorio se solicitó el apoyo al IMARPE Ilo para el uso de sus instalaciones.

Los trabajos de campo se ejecutaron entre el 4 y 7 de marzo del 2021, a bordo de la embarcación LUCIANA SALOME con matrícula IO-43574-BM, equipada con una compresora de aire y 02 buzos marisqueros.

Para el diseño de muestreo, se consideraron los trabajos realizados por el IMARPE en la región Arequipa, donde desarrollan un muestreo sistemático estratificado.

Las estaciones de muestreo se ubicaron teniendo en cuenta el área de distribución del recurso erizo, para lo cual se tomó en consideración el Estudio de Línea Base Biológica Terrestre y Marina de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras – Punta Coles (Ilo, Moquegua), donde se registra la presencia del recurso a profundidades menores a 15 m (SERNANP, 2016).

Dentro del total del área a evaluar se seleccionó la franja litoral rocosa con características ecológicas favorables para el desarrollo de erizo (área habitable), y se establecieron transectos perpendiculares a la costa, equidistantes entre ellos aproximadamente 250 a 300 m. En cada transecto se ubicaron las estaciones de muestreo en tres estratos de profundidad:

- Estrato I: Entre 0 y 5 m de profundidad
- Estrato II: Entre 5 y 10 m de profundidad
- Estrato III: Entre 10 y 15 m de profundidad

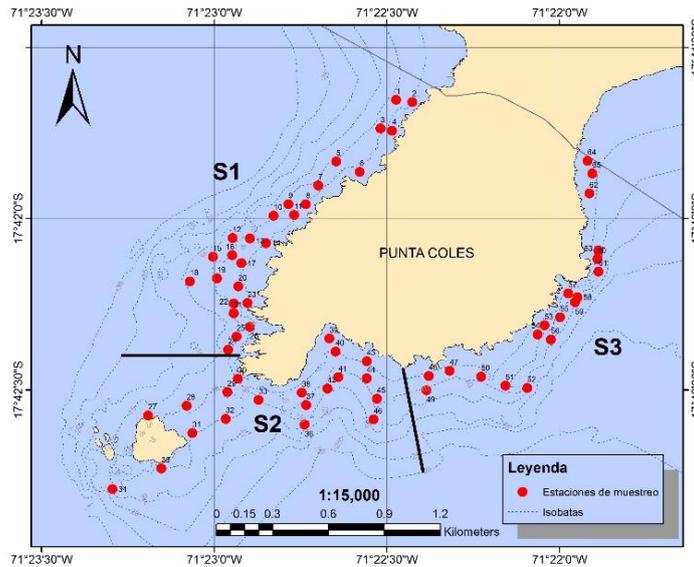
5

En toda el área de estudio se establecieron 03 sectores, establecidos de acuerdo a la abundancia del recurso y la configuración de la zona. Se realizaron 65 estaciones de muestreo, en cada estación de muestreo se delimitó un área de 40 m² (cuadrante de 20 x 2 m), en la que un experimentado buzo marisquero, a través de buceo semiautónomo, colectó de forma manual todos los ejemplares de erizo. Los ejemplares colectados en cada estación fueron envasados, etiquetados y preservados para los análisis respectivos.

Para delimitar el área de la estación de muestreo (40 m²) se empleó un cabo provisto de boyarines de ubicación sumergidos (inicio y fin de la longitud) y otros a nivel superficial y lastres ubicados en los extremos del cabo.

Tabla 1: Número de estaciones por sector y estrato de profundidad durante la Evaluación del recurso erizo en Punta Coles – Marzo 2021.

Sector	Estrato			Total
	E1 <5 m	E2 5 a 10 m	E3 10 - 15 m	
S1	2	18	6	26
S2	2	8	10	20
S3	5	10	4	19
Total	9	36	20	65



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo en Punta Coles (Ilo – Moquegua)

Todos los ejemplares de erizo colectados fueron contados, medidos y pesados, para estimar estadísticos referidos a la estructura de tallas; así mismo, se analizó la madurez gonadal del recurso, para lo cual se utilizó la escala descrita por Bendita, 2016 quien propuso los siguientes estadios: Virginal (I), en madurez (II), madura/o (III), desovante/evacuación (IV) y recuperación (V).

2.3 Análisis de los datos

Los datos de densidad y biomasa de cada una de las estaciones de muestreo, fueron digitados en una base de datos elaborada en EXCEL, donde además se realizó los cálculos de los indicadores poblacionales del recurso erizo.

2.3.1 Pesquería

Los datos estadísticos de la pesquería del recurso erizo en el Perú y en el puerto de Ilo fueron proporcionados por la Oficina General de Evaluación de Impacto de Estudio Económicos (OGEIEE) del Ministerio de la Producción PRODUCE correspondiente a los años 2013 al 2020, así como por la Gerencia Regional de la Producción de Moquegua (2001 – 2020).

Por otro lado, los datos estimados de desembarque de erizo (2010 – 2020) en la zona de Punta Coles (Ilo) fueron alcanzados por el Instituto del Mar del Perú IMARPE.

2.3.2 Abundancia y Biomasa

Los datos de densidad y biomasa de cada una de las estaciones de muestreo, fueron digitados en una base de datos elaborada en EXCEL, donde además se realizó los cálculos de los indicadores poblacionales del recurso erizo.

Para la estimación de la abundancia y biomasa poblacional de *Loxechinus albus* por sector y estrato de profundidad, se utilizó las formulas establecidas en el método de área barrida (Bazigos, 1981).

La densidad o biomasa media:

$$\bar{Y}_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} y_i$$

La varianza de la media en el estrato j se calculó empleando la siguiente ecuación:

$$V(\bar{Y}_j) = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} (y_i - \bar{Y}_j)^2}{n_j - 1}$$

Donde:

\bar{Y}_j = densidad o biomasa media en el estrato j

n_j = número de estaciones en el estrato j

y_i = densidad o biomasa por m² en la estación i

$V(\bar{Y}_j)$ = varianza de la media en el estrato j

La densidad o biomasa total por estrato se obtuvo a partir de la ecuación:

$$D_j = A_j * \bar{Y}_j$$

Donde:

D_j = densidad o biomasa total en el estrato j

A_j = área total del estrato j

\bar{Y}_j = densidad o biomasa media por m² en el estrato j

La densidad o biomasa media estratificada por unidad de área:

$$\bar{Y}(est.) = \frac{1}{A} \sum_{j=1}^E A_j * \bar{Y}_j$$

Donde:

E = número de estratos

A = área total de la zona evaluada

$\bar{Y}(est.)$ = densidad o biomasa media estratificada

La densidad o biomasa total D de la especie en la zona evaluada:

$$D = \sum_{j=1}^E D_j = \sum_{j=1}^E A_j * \bar{Y}_j = A * \bar{Y}(est.)$$

La varianza de la densidad o biomasa media estratificada:

$$V(\bar{Y}_j(est.)) = \frac{1}{A^2} \sum_{j=1}^E A_j^2 \frac{V(\bar{Y}_j)}{n_j}$$

Los límites de confianza de la densidad o biomasa media estratificada:

$$\bar{Y}(est.) \pm t(\alpha, G.L.) * \sqrt{V(\bar{Y}(est.))}$$

$$G.L. = (\sum n_j) - 1$$

Donde:

t = valor de t de Student a cierto nivel de significancia (95%)

G.L. = Grados de Libertad

α = probabilidad de error aceptable

Asimismo, se elaboraron tablas y gráficas para una mejor expresión de los resultados obtenidos; por otro lado, se elaboraron cartas temáticas para expresar la distribución y abundancia del recurso erizo.

2.3.3 Estructura por tallas y edad

Se determinó la estructura de tallas por sector ponderada a la abundancia estimada, calculándose los estadísticos descriptivos de la población como la media, moda, rango y porcentaje de individuos menores a la TMC. Se elaboraron histogramas de frecuencia para la presentación de resultados.

Para determinar la estructura de edades del erizo, se realizó la transformación talla – edad, a partir del cálculo inversa de la función general de Von Bertalanffy, tomando como parámetros de crecimiento un $L_{\infty} = 133$ mm y $K = 0,14$ año⁻¹ (IMARPE, 2018).

2.3.4 Relación Diámetro de la testa (DT) vs Peso total (PT)

Para determinar la relación del diámetro de la testa (DT) y peso total (PT) de los ejemplares, se midieron y pesaron sin distinguir el sexo, los datos fueron ajustados a un modelo definido por la siguiente ecuación (adaptada de Ogle, 2016):

$$Pt_i = \alpha * Dt_i^{\beta} 10^{\epsilon_i}$$

Donde:

Pt_i = Peso total del individuo i .
 Dt_i = Diámetro de la testa sin púas del individuo i .
 α y β = Parámetros de ajuste de la función.
 10^{ϵ_i} = Error multiplicativo del individuo i .

Con el modelo resultante se realizaron los cálculos de biomasa estructurada por tallas, a partir de la estructura por tallas por estación de muestreo.

2.3.5 Aspectos reproductivos

- Madurez Gonadal

Con los datos de madurez gonadal del recurso se elaboraron histogramas de frecuencia por estadio de madurez en hembras y machos.

- Índice Gonadosomático IGS

Con los datos que corresponden al peso total PT (g) y el peso húmedo de las gónadas PG (g), se estimó el Índice Gonadosomático (IGS), a partir de la siguiente expresión:

$$IGS_i = \frac{PG_i}{PT_i} * 100$$

Donde:

PG_i = Peso de la gónada del individuo i

PT_i = Peso total del individuo i y el factor de condición.

- Factor de Condición

El factor de condición FC se estimó con la siguiente expresión:

$$FC_i = \frac{Pt_i}{Dt_i^3} * 10^4$$

Donde:

Pt_i = Peso total del individuo i .

Dt_i = Diámetro de la testa del individuo i .

10^4 = Constante (similar a lo aplicado por Arana 2005)

- Proporción sexual

Por otro lado, se estimó la proporción sexual con relación a las hembras (PS) de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$PS = \frac{\sum \text{Hembras}}{\sum \text{Machos} + \sum \text{Hembras}}$$

Donde:

ΣM = Número de machos

ΣH = Número de hembras

Para el análisis de la proporción de sexos se ha utilizado como método estadístico el Ji cuadrado (χ^2), con un grado de significancia $\alpha = 0.05$.

2.3.6 Estimación de Limite de captura

Con los estimados de abundancia y biomasa resultantes de la evaluación poblacional directa, se realizó la estimación de algunos parámetros poblacionales y proyecciones de corto plazo de 1 año, determinando un nivel de esfuerzo pesquero que permita el aprovechamiento sostenible del erizo en Punta Coles, durante el presente año.

Se utilizaron valores de mortalidad natural (M) de erizo estimados por IMARPE Camaná en el 2018, donde aplicaron modelos empíricos Taylor (1958), Pauly (1980) y Ricker y Efanov (1976), obteniendo valores de M de 0,14 a 0,48 año⁻¹. De la misma manera se utilizaron los parámetros de crecimiento $L_{\infty} = 133$ mm y $K = 0,14$ año⁻¹. La edad media de primera madurez ($T_{m50\%}$) se obtuvo de estimaciones de talla media de primera madurez de GUIADO (1998) en el norte de Chile y BENDITA (2016) en Ilo-Moquegua-Perú (~50 mm).

Estimación de Puntos Biológicos de Referencia

Se calcularon algunos puntos de referencia biológicos (PRB) basados en mortalidad por pesca (F) o biomasa (B), para lo cual se aplicó el modelo de Rendimiento por Recluta (Y/R) de Beverton y Holt (1957) basado en tallas. Se modela la variación de la biomasa promedio de sobrevivientes de erizo en función de diferentes valores de mortalidad por pesca (F). Donde el valor de F correspondiente al máximo rendimiento por recluta es considerado F_{max} . Asimismo, se estima el valor de $F_{0,1}$ (F en el punto donde la pendiente de la curva de rendimiento por recluta es 0,1 de la pendiente en el punto donde F es 0 - pendiente inicial), $F(30)$ (Valor de F al que la biomasa alcanza el 30 % de la biomasa inicial) y el valor de $F(40)$ (Valor de F al que la biomasa alcanza el 40 % de la biomasa inicial).

Se realizaron proyecciones de corto plazo, utilizando el modelo de Thompson y Bell (1934), para lo cual se utilizaron las siguientes ecuaciones:

- Ecuación de sobrevivencia: $(N_{t+1} = N_t * e^{-(Z)})$
- Ecuación de captura: $(C_t = (F / (Z)) * (1 - \exp(-F-M)) * N_t)$

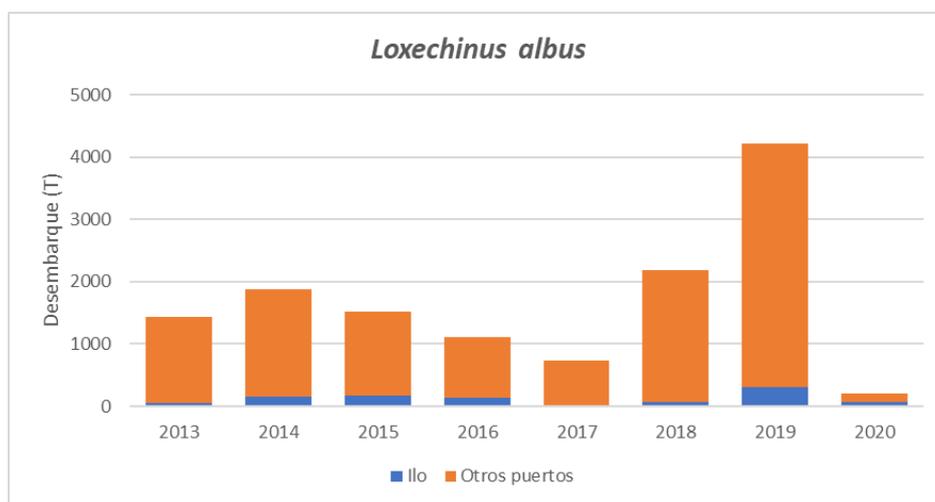
2.4 Propuesta de ordenamiento y conservación del recurso erizo

Con los datos estimados se recomendará una propuesta de ordenamiento en base un límite de captura del recurso erizo en Punta Coles, así como un cronograma de aprovechamiento y una propuesta de monitoreo de indicadores biológicos, pesqueros y poblacionales, que permitan el aprovechamiento sostenible del stock de erizo en el banco natural estudiado.

3. Resultados

3.1 Pesquería

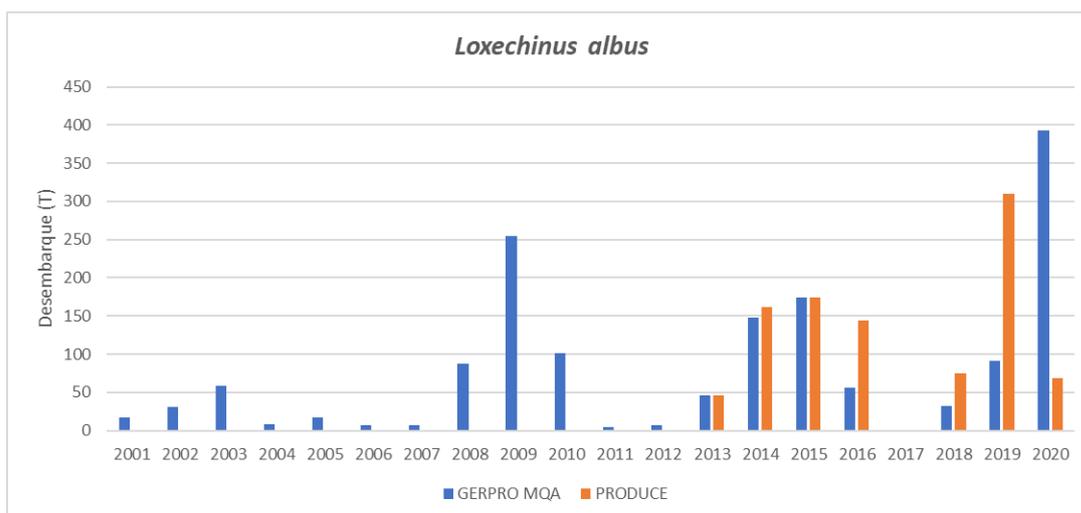
El recurso erizo en el Perú, entre el 2013 y 2020, presentó volúmenes anuales de desembarque que variaron entre 199 y 4208 t; mientras que en el puerto de Ilo (región Moquegua) varió entre 0,03 y 309,6 t que representan alrededor del 7% del desembarque total (Figura 3).



FUENTE: PRODUCE

Figura 3: Desembarque (T) del recurso *L. albus* "erizo" en el Perú, 2013 – 2020.

La estadística de desembarque del recurso erizo en el puerto de Ilo, presentó diferencias entre las proporcionadas por PRODUCE y la Gerencia Regional de la Producción de Moquegua. Entre el 2001 y 2020, se observa fluctuaciones en los volúmenes, registrándose los mayores valores en los años 2009, 2014, 2015, 2019 y 2020, con volúmenes superiores 100 t anuales (Figura 4).



FUENTE: PRODUCE – GERPRO MOQUEGUA

Figura 4: Desembarque (T) del recurso *L. albus* "erizo" en el puerto de Ilo (Región Moquegua), 2001 – 2020.

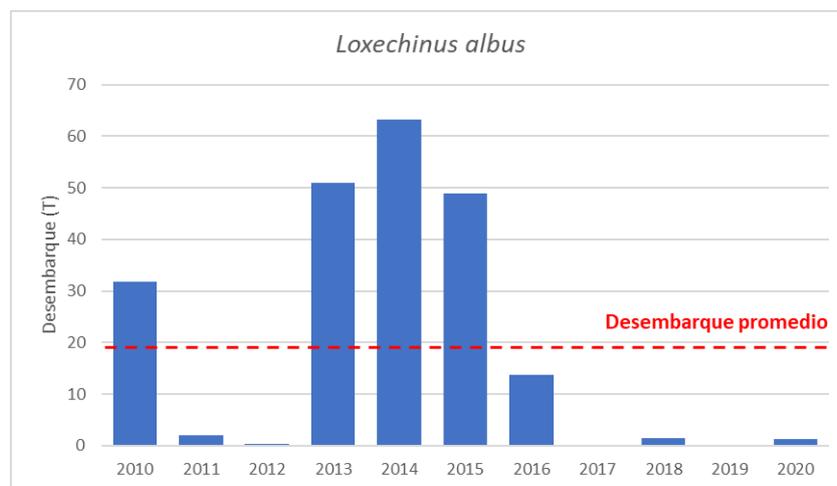
Los desembarques mensuales del recurso erizo en el puerto de Ilo, presentaron una marcada estacionalidad, registrando los mayores valores entre junio y setiembre, sin embargo, en algunos años se observa importantes registros desde abril (Tabla 2).

Tabla 2: Estimados de desembarque mensuales del recurso *L. albus* "erizo", registrado por la pesca artesanal en el Puerto de Ilo, periodo 2010 - 2020.

Mes	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total kg
Ene	62											62
Feb	67						108			16		191
Mar	7667										10495	18162
Abr	2715	3798		127	4740	12383		129	65			23957
May	2132	40		2755	33291	150			5895		75	44338
Jun	15082		207	36318	40306	37894		31	11366	56065		197269
Jul	9915	246		21822	33699	66356	64379	70	6944	704	195	204330
Ago	7063	39	114	7154	1898	53777	20600	573	9433	29749	6500	136900
Set	11739	14	380	14059	15007	57808		32		70	3500	102609
Oct	7241	53		9874	689	131				1800	181	19969
Nov		13			17	136						166
Dic											300	300
Total (kg)	63683	4203	701	92109	129647	228635	85087	835	33703	88404	21246	748253
Total (T)	63.7	4.2	0.7	92.1	129.6	228.6	85.1	0.8	33.7	88.4	21.2	748.3

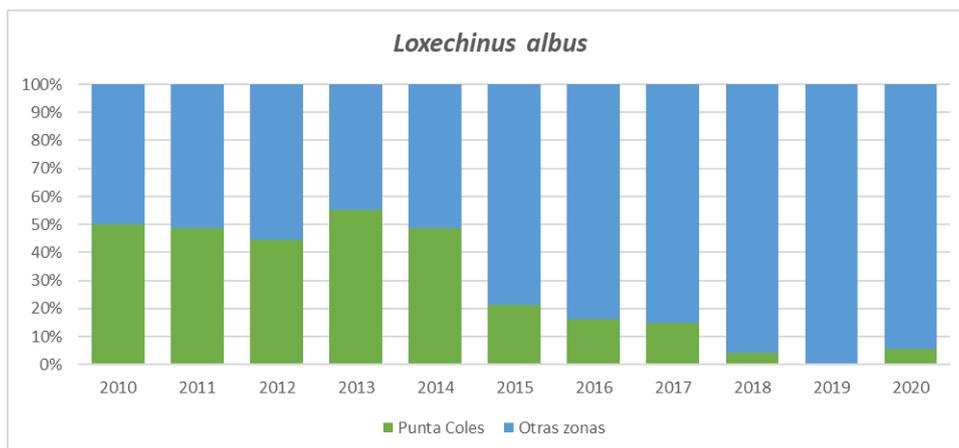
FUENTE: IMARPE – Oficina de Pesca Artesanal. Información preliminar con fines científicos.

Punta Coles es una importante zona de extracción del recurso erizo, donde los volúmenes de extracción variaron entre 0 y 63,2 t, con un desembarque promedio (2010 – 2020) de 19,4 t (Figura 5), que representa entre 45 y 55% del desembarque total entre el 2010 y 2014, mientras que entre el 2015 y 2020 éste varió entre 4 y 21% (Figura 6).



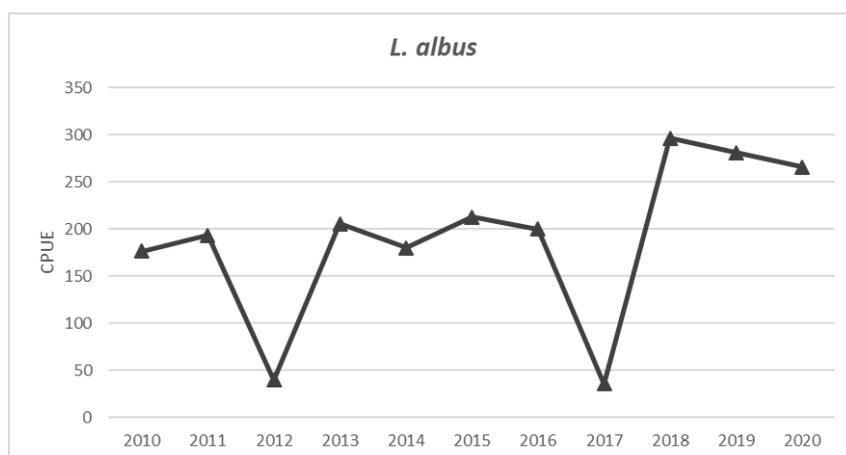
FUENTE: IMARPE – Oficina de Pesca Artesanal. Información preliminar con fines científicos.

Figura 5: Desembarque estimado (T) del recurso *L. albus* "erizo" en Punta Coles, 2010 – 2020.



FUENTE: IMARPE – Oficina de Pesca Artesanal. Información preliminar con fines científicos.
 Figura 6: Porcentaje (%) que representa el desembarque correspondiente a Punta Coles en relación al total desembarcado en el Puerto de Ilo, durante el 2010 – 2020.

La CPUE (Captura por unidad de Esfuerzo) en el puerto de Ilo, presenta una variación en la última década, presentando un valor cercano a los 200 kg/viaje entre el 2010 y 2016 y alrededor de 300 kg/viaje entre el 2018 y 2020. En los años 2012 y 2017 los valores de CPUE fueron menores a 50 kg/viaje (Figura 7).



FUENTE: IMARPE. Información preliminar con fines científicos.
 Figura 7: CPUE (kg/viaje) de la flota marisquera del Puerto de Ilo, durante el 2010 – 2020.

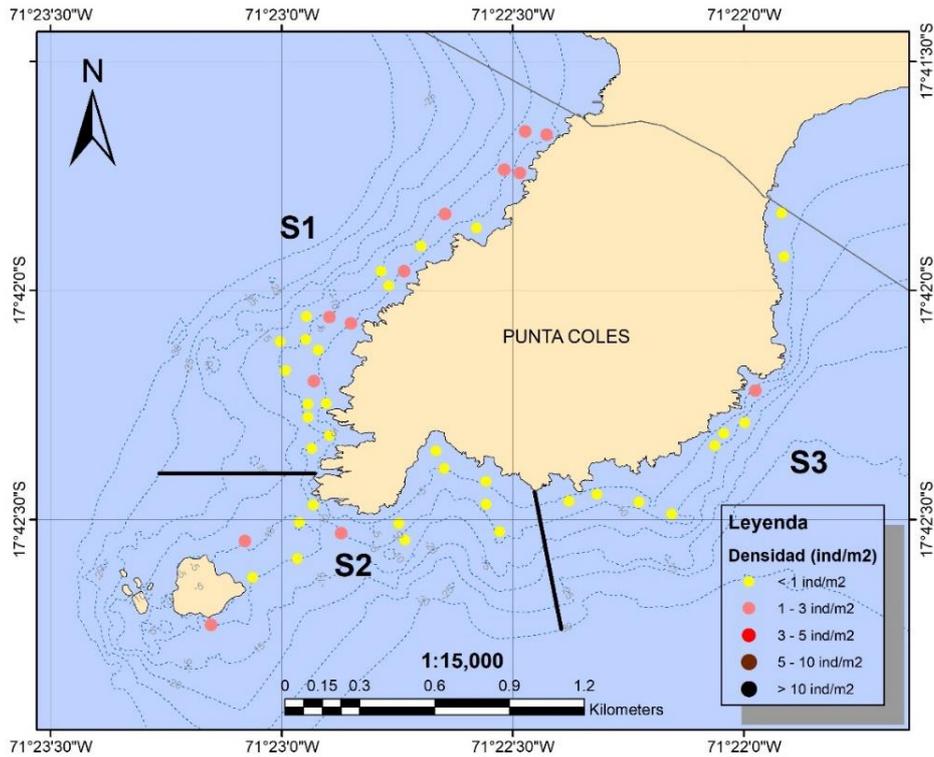
3.2 Distribución y concentración

El recurso erizo presentó una distribución amplia en Punta Coles, de las 65 estaciones evaluadas, 47 fueron positivas para el recurso erizo y 59 presentaron sustrato apto para su distribución, estando conformada por sustrato duro con presencia de roqueros o pedregal. La distribución del recurso fue en forma de parches o núcleos de mayor concentración en los sectores S1 y S2, siendo las estaciones de muestreo 2, 3, 4 y 28 que registraron densidades mayores a 2 ind/m². (Tabla 3).

Tabla 3: Densidad (ind/m²) y biomasa (g/ m²) de *L. albus* "erizo" por estación de muestreo, durante la Evaluación del recurso erizo en Punta Coles, Marzo - 2021.

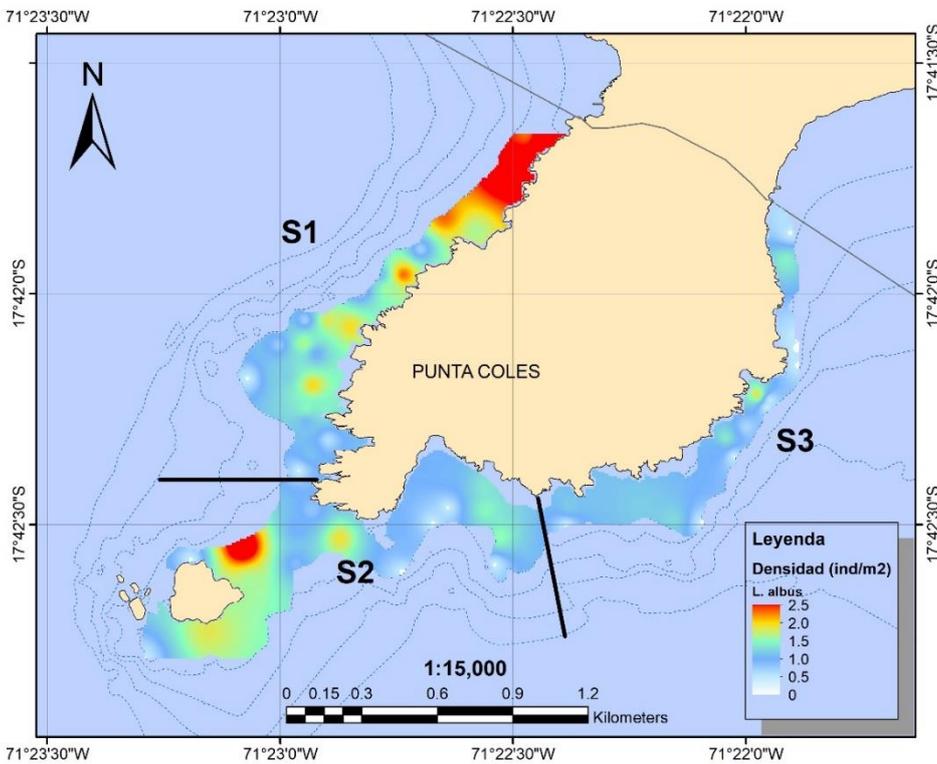
Zona	Sector	Estación	Latitud			Longitud			Prof (m)	ind/m ²	g/m ²
			°	'	"	°	'	"			
P U N T A C O L E S	S1	1	17	41	39.2	71	22	28.4	8.1	1.7	73.5
		2	17	41	39.6	71	22	25.6	5	2.6	275.9
		3	17	41	44.2	71	22	31.1	8.2	2.4	165.1
		4	17	41	44.6	71	22	29.1	2.4	2.2	249.6
		5	17	41	50	71	22	38.8	8.6	1.7	182.9
		6	17	41	51.8	71	22	34.7	3.7	1.0	126.1
		7	17	41	54.2	71	22	41.9	7.4	0.1	16.3
		8	17	41	57.5	71	22	44.1	5.9	1.7	252.9
		9	17	41	57.5	71	22	47.1	10.6	0.4	44.7
		10	17	41	59.5	71	22	49.7	11.6	0.0	0.0
		11	17	41	59.4	71	22	46.1	8	0.9	108.8
		12	17	42	3.4	71	22	56.8	13.2	0.1	19.7
		13	17	42	3.5	71	22	53.8	9.2	1.2	156.6
		14	17	42	4.3	71	22	51	5	1.4	267.5
		15	17	42	6.7	71	23	0.2	14	0.2	23.6
		16	17	42	6.4	71	22	56.9	9.2	1.0	127.7
		17	17	42	7.8	71	22	55.3	7.2	0.3	40.7
		18	17	42	11	71	23	4.2	14.6	0.0	0.0
		19	17	42	10.5	71	22	59.5	6.7	0.5	92.3
		20	17	42	11.9	71	22	55.8	6.9	1.4	219.0
		21	17	42	16.6	71	22	56.6	8.4	0.4	42.2
		22	17	42	14.9	71	22	56.6	9.3	0.8	63.1
		23	17	42	14.8	71	22	54.2	5.5	0.8	105.0
		24	17	42	23	71	22	57.6	13.1	0.0	0.0
		25	17	42	20.7	71	22	56.1	8.3	0.4	55.6
		26	17	42	19	71	22	53.8	8.3	0.1	5.2
	27	17	42	34.5	71	23	11.5	8.3	0.0	0.0	
	28	17	42	32.8	71	23	4.8	11.8	2.7	213.5	
	29	17	42	30.4	71	22	57.7	9.1	0.3	49.3	
	30	17	42	28.1	71	22	55.9	10.6	0.2	24.4	
	31	17	42	37.6	71	23	3.8	8.5	0.9	88.6	
	32	17	42	35.1	71	22	58	10.2	0.2	39.6	
	33	17	42	31.8	71	22	52.3	10.8	1.3	177.9	
	34	17	42	47.4	71	23	17.7	7.4	0.0	0.0	
	35	17	42	43.8	71	23	9.2	10.4	1.2	108.9	
	36	17	42	36.1	71	22	44.3	10.9	0.0	0.0	
	37	17	42	32.7	71	22	44	8.6	0.3	25.8	
	38	17	42	30.5	71	22	44.8	5.8	0.3	34.7	
	39	17	42	21	71	22	40	3.8	0.3	37.7	
	40	17	42	23.3	71	22	38.9	6.8	0.3	41.8	
	41	17	42	27.8	71	22	38.4	13.5	0.0	0.0	
	42	17	42	29.8	71	22	40.3	14.8	0.0	0.0	
	43	17	42	25	71	22	33.5	3.8	0.7	93.0	
	44	17	42	28	71	22	33.5	9.6	0.8	125.7	
	45	17	42	31.6	71	22	31.7	11.1	0.9	98.7	
	46	17	42	35.2	71	22	32.3	14.1	0.0	0.0	
	47	17	42	26.7	71	22	19.1	2.7	0.4	61.5	
	48	17	42	27.6	71	22	22.7	7.5	0.5	69.6	
	49	17	42	30.1	71	22	23.1	12.5	0.0	0.0	
	50	17	42	27.7	71	22	13.6	7.1	0.5	47.1	
	51	17	42	29.3	71	22	9.4	8.1	0.6	69.2	
	52	17	42	29.7	71	22	5.6	11.6	0.0	0.0	
	53	17	42	18.7	71	22	2.6	9.6	0.7	64.0	
	54	17	42	20.3	71	22	3.8	8.5	0.3	29.6	
	55	17	42	17.3	71	21	59.9	9.5	0.1	13.2	
	56	17	42	21.2	71	22	1.5	14.5	0.0	0.0	
	57	17	42	13.1	71	21	58.5	6.2	1.2	156.8	
	58	17	42	13.8	71	21	56.9	9.6	0.0	0.0	
	59	17	42	14.7	71	21	57.3	13.6	0.0	0.0	
	60	17	42	7.1	71	21	53.4	4.9	0.0	0.0	
	61	17	42	9.3	71	21	53.2	8.8	0.0	0.0	
	62	17	41	55.6	71	21	54.8	2.5	0.8	63.9	
	63	17	42	5.6	71	21	53.2	7.7	0.0	0.0	
	64	17	41	49.9	71	21	55.1	2.7	0.1	5.8	
	65	17	41	52.1	71	21	54.3	3.9	0.0	0.0	

En el área predominaron densidades menores a 1 ind/m², registrándose las mayores densidades (1 – 3 ind/m²) en la parte norte del área que corresponde al sector S1 y en los estratos de menor profundidad, formando núcleos de mayor concentración en el extremo norte del área frente a la Guardianía; asimismo, en el sector S2 que comprende la zona del Faro, las mayores abundancias se registraron cerca al islote (estaciones de muestreo 28, 33 y 35) con densidades entre 1,2 y 2,7 ind/m², mientras que en el sector S3 predominaron densidades menores a 1 ind/m² (Figuras 8 y 9)



Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Densidad (ind/m²) de *L. albus* "erizo" en Punta Coles, durante la Evaluación del recurso Erizo en Punta Coles – Marzo 2021.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Distribución y densidad (ind/m²) de *L. albus* "erizo" en Punta Coles, durante la Evaluación del recurso Erizo en Punta Coles – Marzo 2021.

3.3 Abundancia y Biomasa

La densidad media del erizo por sector fue mayor en el sector S1 y en el estrato E1 (1,58 ind/m²), en el sector S2 la densidad fue más uniforme variando por estrato entre 0,41 y 0,72 ind/m²; mientras que en el sector S3 se registró la menor densidad (0,31 ind/m²) observando en el estrato E3 una densidad de 0 ind/m² (Tabla 4).

Tabla 4: Densidad media (ind/m²) de *L. albus* "erizo" por sector y estrato en Punta Coles, Marzo – 2021.

Sector	Estrato			Densidad (ind/m ²)
	E1	E2	E3	
	< 5m	5-10 m	10-15 m	
S1	1.58	1.07	0.14	0.96
S2	0.49	0.41	0.72	0.56
S3	0.31	0.43	0.00	0.26
Total	0.87	0.70	0.42	0.63

La biomasa total de erizo en el área habitable (95,97 ha) en Punta Coles, se estimó en 70,25 t (± 23,02 %), de los cuales el 56% corresponde al sector S1 y el 34% en el sector S2. La población total se estimó en 605 060 individuos (± 26,26 %), de los cuales el 54,8% se ubicó en el sector S1 y el 35,1% en el sector S2 (Tabla 5 y Figura 10).

Tabla 5: Biomasa (kg) y abundancia (N° de individuos) estimada de *L. albus* "erizo" por sector y estrato en Punta Coles, Marzo – 2021.

Sector	Biomasa (kg)			Biomasa total (kg)	Abundancia (N° de individuos)			N° de individuos
	E1	E2	E3		E1	E2	E3	
	< 5m	5-10 m	10-15 m		< 5m	5-10 m	10-15 m	
S1	12150	25729	1288	39167	101880	219808	9883	331571
S2	2419	8778	12957	24154	18042	68373	126040	212456
S3	1857	5068	0	6925	17343	43691	0	61034
Total	16426	39575	14245	70246	137264	331872	135924	605060

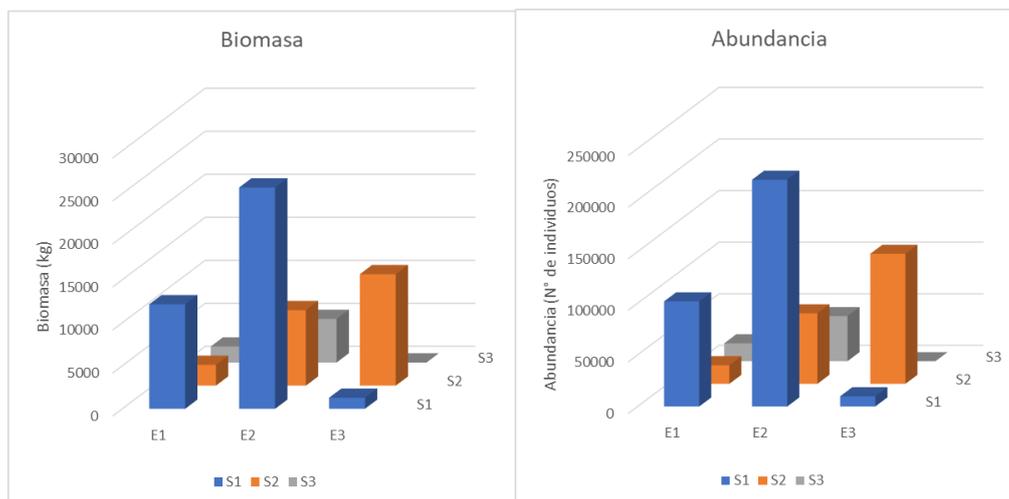


Figura 10: Biomasa (kg) y abundancia (N° de individuos) estimada de *L. albus* "erizo" por sector y estrato en la zona de Punta Coles, Marzo – 2021.

3.4 Estructura por tallas y edad

La estructura de la población observada del recurso erizo en Punta Coles, estuvo constituida por individuos de tallas entre 16 y 100 mm de diámetro de la testa, con una

moda principal en 68 mm y el 61,41% de individuos menores a la talla mínima de captura de 70 mm (Figura 11).

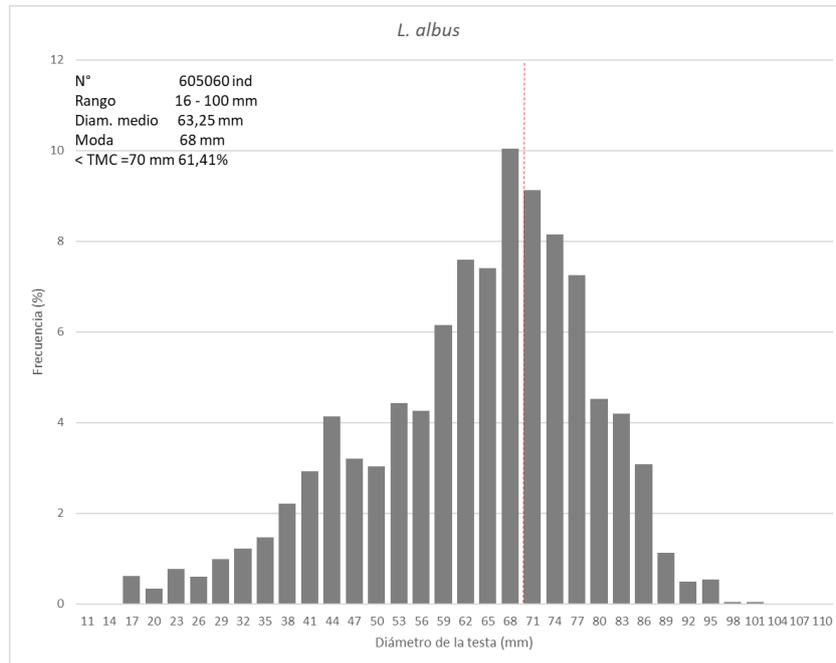


Figura 11: Estructura por tamaños del recurso erizo *L. albus*, en Punta Coles, marzo 2021.

Por sectores, se observaron diferencias en la estructura de las tallas. El sector S1, presenta la mayor biomasa, donde el erizo presentó rangos de tallas entre 16 y 100 mm de DT y moda principal en 71 mm; mientras que en el sector S2 el rango estuvo entre 16 y 94 mm con moda principal en 68 mm y moda secundaria en 44 mm, en el sector S3, se registró la menor biomasa, el rango de tallas fue menor, variando entre 28 y 88 mm y una moda principal en 62 mm (Figura 12).

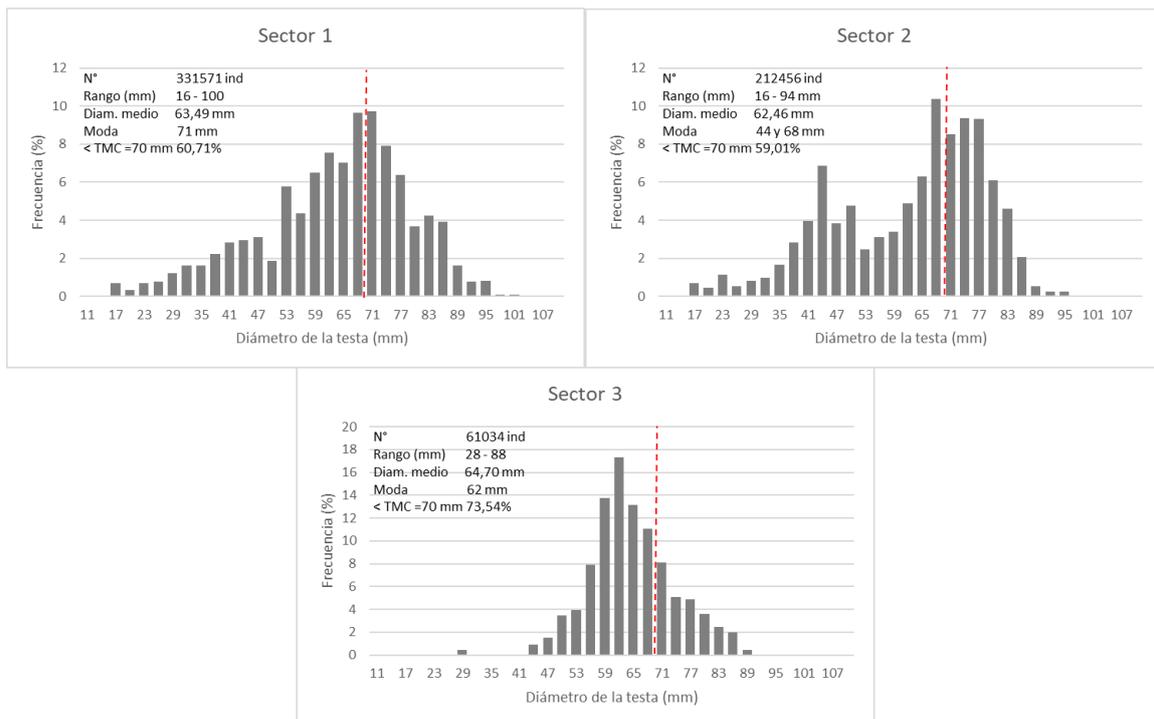


Figura 12: Estructura por tallas del recurso erizo *L. albus*, en Punta Coles, marzo 2021.

Por estación de muestreo, el diámetro promedio de la testa del erizo fue variable, predominando valores entre 60 y 70 mm de DT en el área, y entre el S1 y S2 se observó estaciones con diámetro promedio entre 70 y 80 mm, por otro lado, en el sector S3 se observó estaciones con valores entre 40 y 45 mm de diámetro promedio (Figura 13).

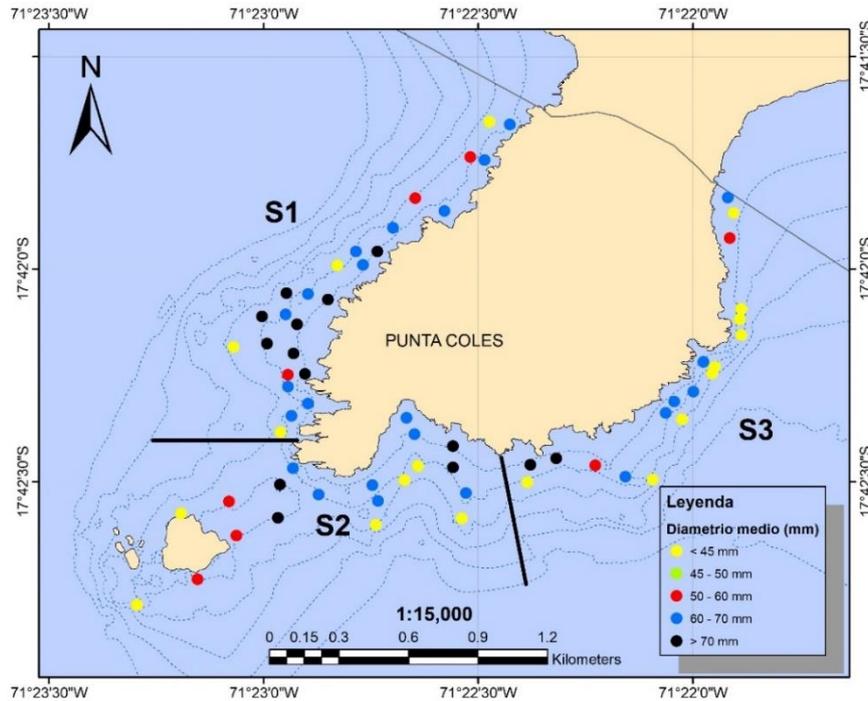


Figura 13: Distribución por estación de muestreo, en relación al diámetro de la testa promedio estimada del recurso *L. albus* "erizo" en Punta Coles, marzo 2021.

La estructura por edades de la población de *L. albus* en Punta Coles, estuvo compuesta por 9 grupos de edad (cohortes), de los cuales los grupos de edad entre 2 y 6 años fueron los más representativos, agrupando en conjunto al 89,7 % del total de la población observada (Figura 14).

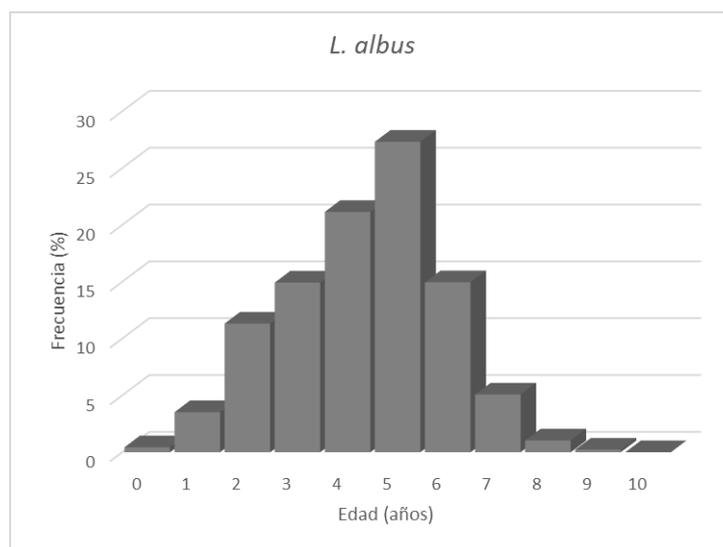


Figura 14: Estructura de la población del recurso *L. albus* "erizo" por grupos de edad en la Punta Coles, marzo 2021.

Por edad, se observa que predominan individuos de edad 5, con importante presencia de ejemplares de 4 y 6 años, asimismo, se observa presencia de individuos juveniles

de edad 2 en la zona norte que corresponde al sector S1 y cerca al islote (sector S2); asimismo, se observan algunas estaciones con individuos de edad 1 en los sectores S1 y S2, mientras que en el sector S3 predomino individuos de la edad 4 (Figuras 15 y 16).

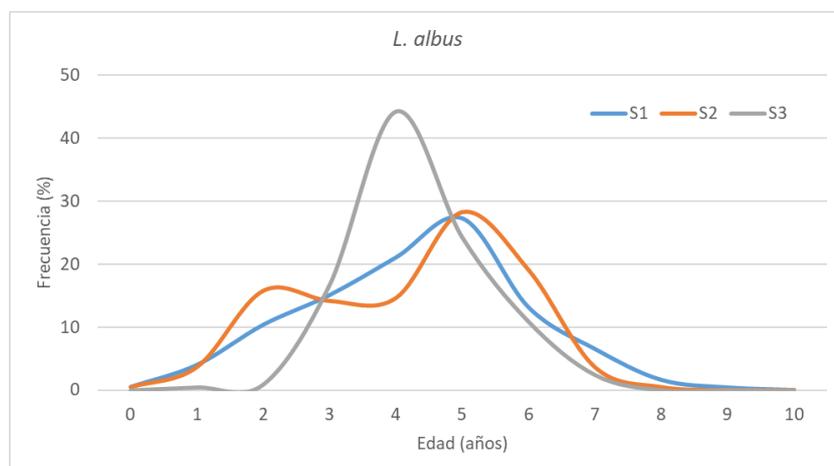


Figura 15: Estructura de la población del recurso *L. albus* "erizo" por grupos de edad y por sector en Punta Coles, marzo 2021.

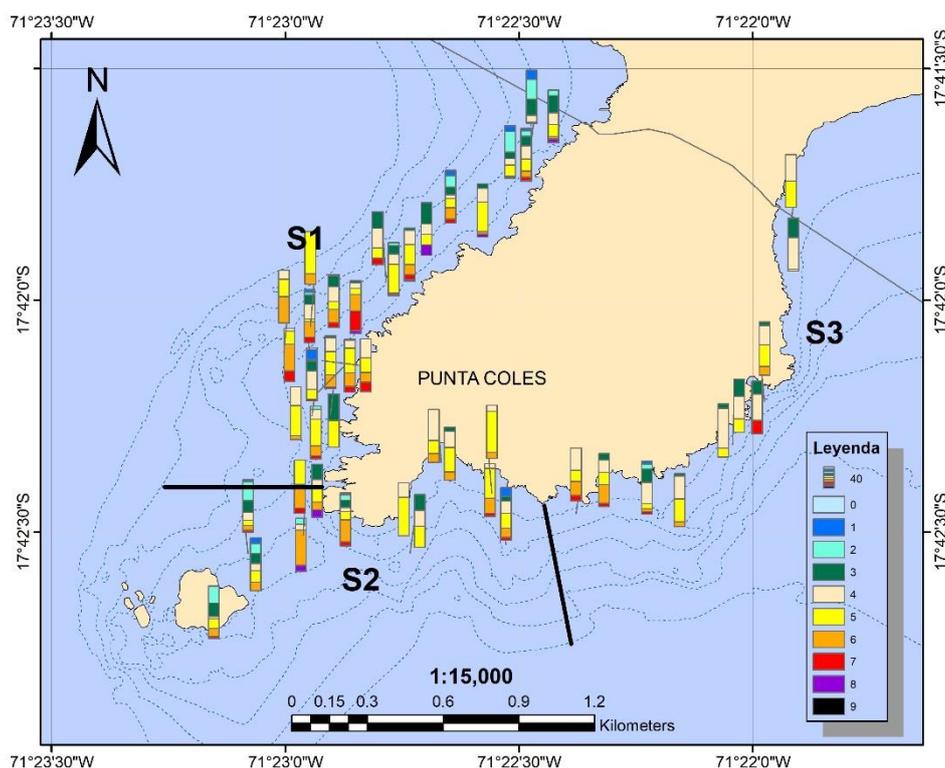


Figura 16: Distribución por estación de muestreo, en relación a grupos de edad estimada del recurso *L. albus* "erizo" en Punta Coles, marzo 2021.

3.5 Relación Diámetro de la testa vs Peso Total

La relación morfométrica entre el diámetro de la testa (mm) y el peso total (gr) se ajustó a un modelo potencial, estimándose los siguientes parámetros $a = 0.000701$, $b = 2,86422$, $r^2 = 0,965$, que nos indica un buen ajuste de los valores al modelo (Figura 17).

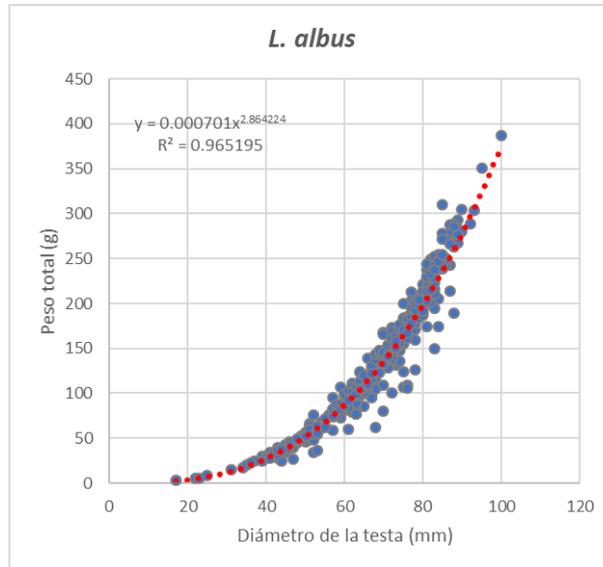


Figura 17: Relación Diámetro de la testa (mm) vs Peso total (gr) del recurso *L. albus* "erizo" en Punta Coles, marzo 2021.

3.6 Aspectos reproductivos

Durante el presente estudio, el erizo mostró un predominio del estadio de madurez II (en madurez) tanto para hembras y machos, seguido del estadio I (virginal) en hembras y estadio IV (desovante/evacuación), lo que nos indica que el recurso no muestra mayor actividad reproductiva (Figura 18). La proporción sexual fue de 1,0:2,1 favorable a los machos; corroborado con la prueba de chi cuadrado X^2 observando diferencias significativas al 95% ($X^2 = 42,44$; $p < 0,05$).

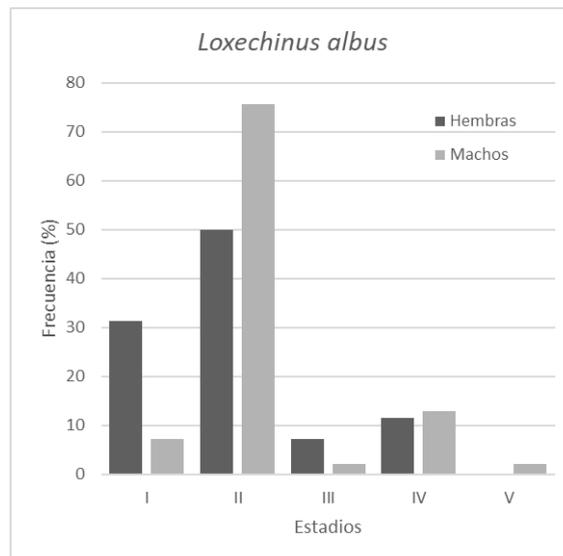


Figura 18: Estados de madurez gonadal del recurso *L. albus* "erizo", en Punta Coles, marzo 2021.

El índice gonadosomático IGS estimado para el recurso erizo fue de 4,14 siendo mayor en los machos (4,34) en comparación con las hembras (3,73) que nos sugiere que tanto en hembras y machos, se encuentran en un periodo de desarrollo y maduración, asimismo, se observaron ligeras diferencias en los valores del IGS por sector (Figura 19).

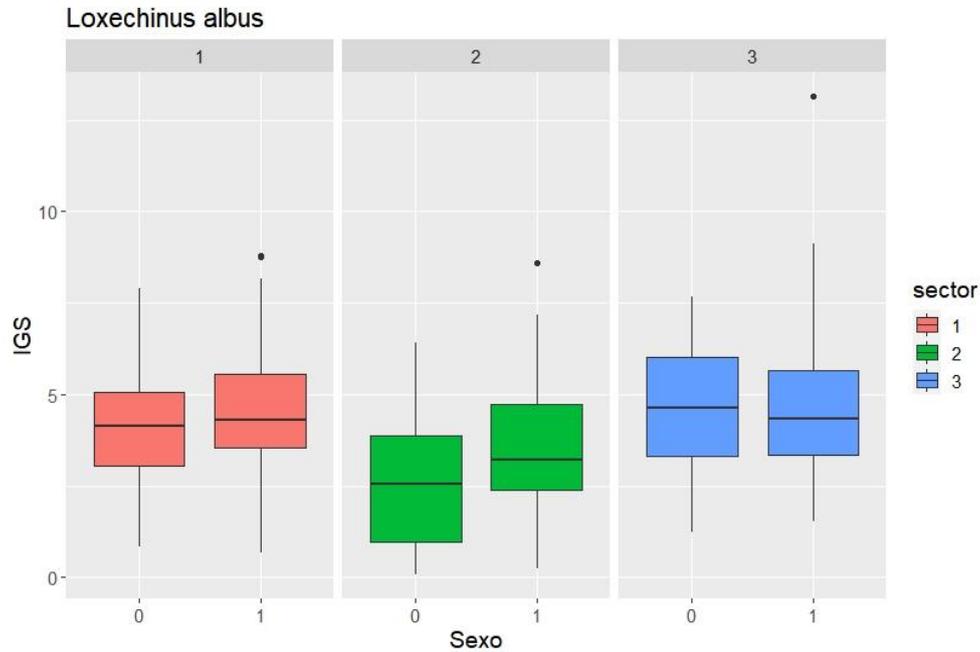


Figura 19: Boxplot representando el IGS del recurso *L. albus* "erizo", en Punta Coles, marzo 2021.

El factor de condición tuvo un valor promedio de 3,99, siendo similar en hembras y machos; por sector se observaron diferencias, mostrando los mayores valores en el sector S3, donde se registró las menores densidades (Figura 20).

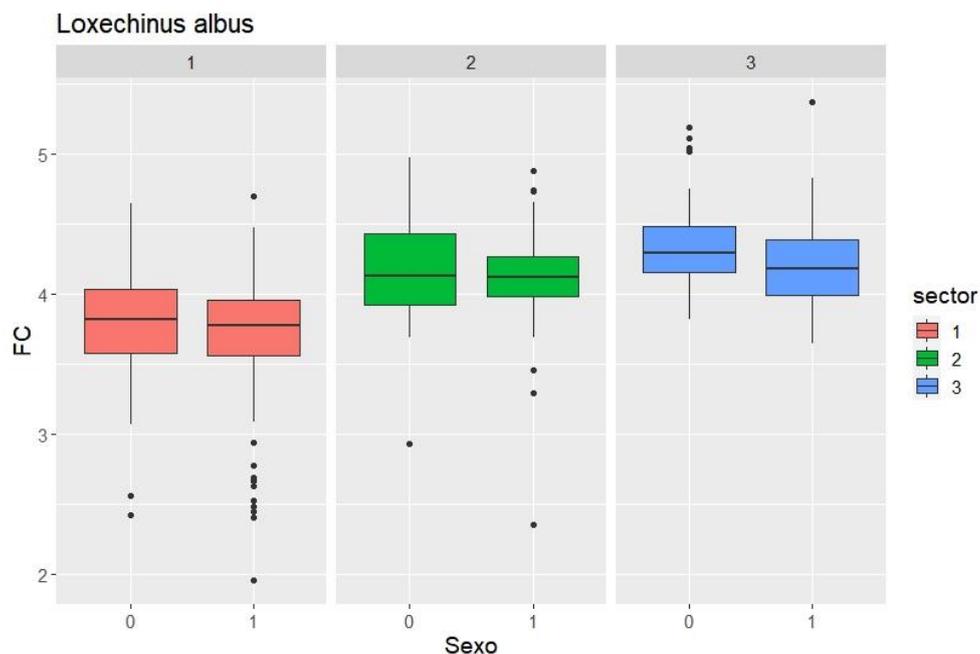


Figura 20: Boxplot representando el Factor de Condición de Fulton del recurso *L. albus* "erizo", en Punta Coles, marzo 2021.

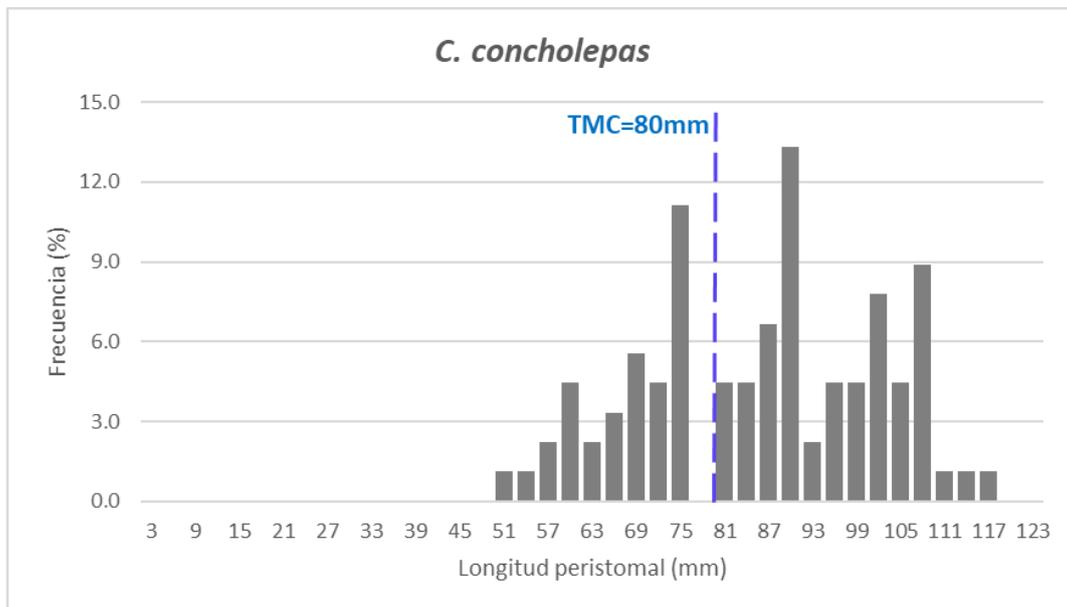
3.7 Otras especies

Durante los muestreos en cada una de las estaciones de muestreo se registró la presencia de otros recursos como *Concholepas concholepas* “chanque” y *Fissurella latimarginata* “lapa negra” y de otras especies como *Heliaster helianthus* “sol de mar” y *Tetrapigus niger* “erizo negro”. La densidad de estas especies fue menor a 1 ind/m², siendo mayor para la lapa negra y menor para el chanque (Tabla 6).

Tabla 6: Densidad (ind/m²) y Biomasa (g/m²) estimados de *F. latimarginata* “lapa negra”, *C. concholepas* “chanque”, *T. niger* “erizo negro” y *H. helianthus* “sol de mar” en Punta Coles, marzo – 2021.

Especie	<i>Fissurella latimarginata</i>	<i>Concholepas concholepas</i>	<i>Tetrapigus niger</i>	<i>Heliaster helianthus</i>
Densidad (ind/m ²)	0.23	0.04	0.07	0.09
Biomasa (g/m ²)	5.1	6.5	3.5	37.1

El chanque presento una estructura de tallas comprendida entre 52 y 117 mm de longitud peristomal, la moda principal se ubicó en 90 mm, además hubo otros grupos modales de 60 y 108 mm. La incidencia de individuos menores a la talla mínima de extracción de 80 mm fue de 35,6% (Figura 21).



La lapa negra presento un rango de tallas entre 26 y 93 mm de longitud valvar, presentó una distribución de tallas con una moda principal de 49 mm y la incidencia de individuos menores a la talla mínima de extracción de 60 mm fue de 92,1% (Figura 22).

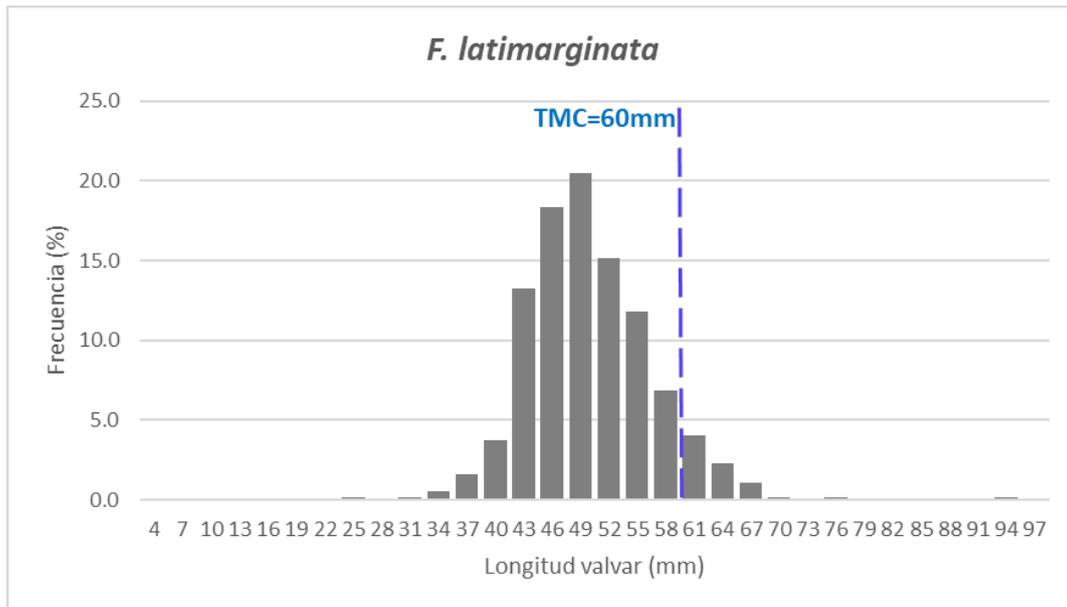


Figura 22: Estructura por tamaños del recurso lapa negra *F. latimarginata*, en Punta Coles, marzo 2021.

3.8 Estimación de Limite de captura y Puntos Biológicos de Referencia

Para las estimaciones se utilizó un valor de tasa mortalidad de $0,33 \text{ año}^{-1}$, valor que fue estimado por IMARPE, 2018, utilizando para su cálculo los siguientes datos de entrada: $L_{\infty} = 133 \text{ mm}$, $k = 0,14 \text{ año}^{-1}$, Temperatura = 17°C y $T_m 50\% = 3,37 \text{ años}$.

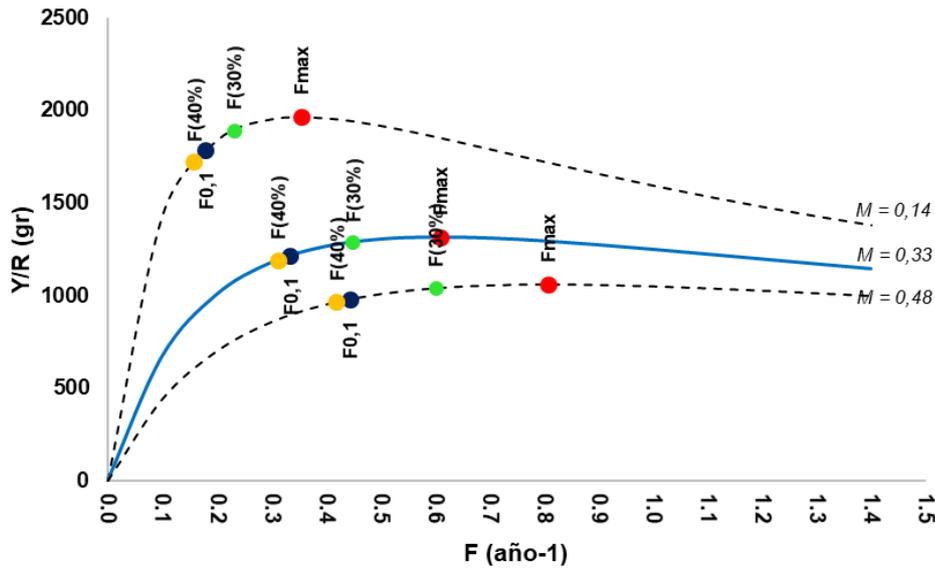
Puntos de Referencia Biológicos PRB

Se estimaron los PRB F_{\max} , $F_{0,1}$, $F_{(30\%)}$ y $F_{(40\%)}$ con diferentes valores mortalidad natural, estimándose con un valor de $M=0,33 \text{ año}^{-1}$ un F_{\max} de $0,61 \text{ año}^{-1}$, $F_{0,1}=0,33 \text{ año}^{-1}$, $F_{(30\%)}=0,45 \text{ año}^{-1}$ y $F_{(40\%)}=0,31 \text{ año}^{-1}$ (Tabla 7 y Figura 23).

Tabla 7: Tasas de Mortalidad por Pesca (F) estimadas a partir de diferentes valores de Mortalidad Natural (M).

M	Fmax	F0,1	F(30%)	F(40%)
0.14	0.35	0.18	0.23	0.16
0.33	0.61	0.33	0.45	0.31
0.48	0.81	0.44	0.60	0.42

Fuente: IMARPE



Fuente: IMARPE

Figura 23: Modelo de Beverton y Holt de Rendimiento por Recluta (Y/R) en base a tallas de *L. albus*.

Proyección a corto plazo

Se analizaron diferentes escenarios de pesca con diferentes niveles de esfuerzo, así tenemos que con F_{max} ($0,61 \text{ año}^{-1}$), el rendimiento medio es de 28,89 t, equivalente a 236055 individuos con un patrón de explotación (F/Z) de 0,65, con una biomasa desovante sobreviviente al final de la temporada de pesca de 53,7 t.

Tomando el valor de $F_{0,1}$ ($0,33 \text{ año}^{-1}$), el rendimiento medio se estima en 17,86 t, equivalente a 145648 individuos, con un patrón de explotación de 0,50 y una biomasa resultante de 60,5 t.

Si consideramos a $F_{(40\%)}$, el rendimiento de la flota no debería exceder las 16,84 t, equivalente a 137300 individuos de erizos adultos, con un patrón de explotación de 0,49 y con una biomasa sobreviviente de 61,1 t.

Finalmente, si consideramos a $F_{(30\%)}$, el rendimiento de la flota no debería pasar las 22,80 t, equivalente a 186123 individuos adultos, con patrón de explotación de 0,58 y una biomasa sobreviviente de 57,5 t. (Figura 24 y Tabla 8).

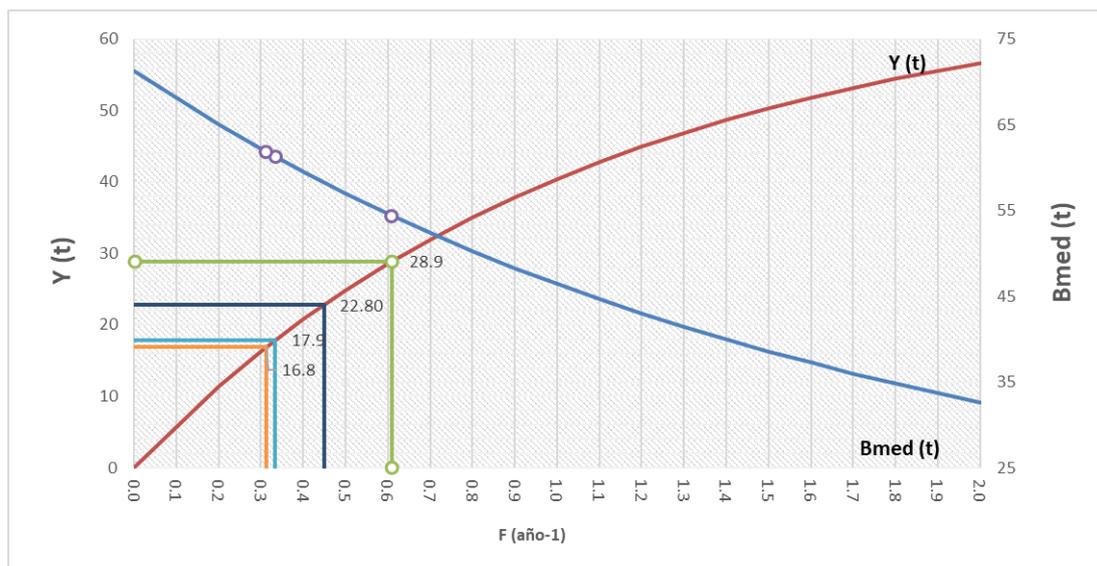


Figura 24: Proyección de rendimiento (Y) y Biomasa media de corto plazo, a partir de diferentes valores de mortalidad por pesca (F) para el recurso *L. albus* "erizo" en Punta de Coles (Ilo - Moquegua).

Tabla 8: Niveles de captura (C), rendimiento (Y), patrón de explotación (E) y biomasa (B) media de *L. albus* "erizo", resultante de las proyecciones de corto plazo en Punta Coles (Ilo – Moquegua).

PRB	F	C	Y (t)	E	B (t)	SSB(t)
F_{max}	0.35	153252.44	18.79	0.52	60.69	59.92
	0.61	236054.55	28.89	0.65	54.40	53.70
	0.81	288350.84	35.24	0.71	50.14	49.49
F_{0,1}	0.18	83755.51	10.28	0.35	65.66	64.82
	0.33	145648.48	17.86	0.50	61.25	60.47
	0.44	184460.21	22.60	0.57	58.38	57.63
F_(40%)	0.16	74507.32	9.15	0.32	66.30	65.46
	0.31	137299.55	16.84	0.49	61.86	61.07
	0.42	176050.80	21.57	0.56	59.01	58.25
F_(30%)	0.23	105653.86	12.96	0.41	64.12	63.31
	0.45	186123.24	22.80	0.58	58.25	57.51
	0.60	233759.01	28.61	0.65	54.58	53.88

El Punto de referencia $F_{(30\%)}$ considera como objetivo conservar niveles de biomasa desovante sobreviviente para futuros reclutamientos y el crecimiento poblacional, por lo tanto es un escenario que permite tomar un riesgo medio superior al nivel de explotación $F_{0,1}$ y $F_{(40\%)}$, sin asumir riesgos del nivel de explotación correspondiente al F_{max} .

4. Propuesta de ordenamiento y conservación del recurso erizo

En ese sentido, como medida precautoria, se recomienda un límite máximo de captura para la zona de Punta Coles de **22,8 t** para el año 2021. Los ejemplares a ser aprovechados deberán ser mayores a la talla mínima de extracción de 70 mm de diámetro de la testa.

De acuerdo a la información histórica de los niveles de desembarque en Ilo y Punta Coles se recomienda que el aprovechamiento del recurso erizo se desarrolle entre los meses de junio y setiembre del 2021 y se restringe la extracción en los meses no mencionados. (Tabla 9).

Tabla 9: Cronograma de aprovechamiento del recurso *L. albus* "erizo".

Actividad	ene21	feb21	mar21	abr21	may21	jun21	jul21	ago21	set21	oct21	nov21	dic21
Aprovechamiento del recurso erizo						x	x	x	x			

Propuesta de monitoreo de indicadores biológicos poblacionales y pesqueros del recurso erizo en Punta Coles

Se plantea un programa de monitoreo de indicadores biológicos y poblacionales con periodicidad mensual, con la finalidad de obtener parámetros poblacionales locales, que permitirán tener estimaciones de reclutamiento, mortalidad, parámetros de crecimiento, comportamiento reproductivo, etc. Para ello deberán establecerse estaciones fijas de muestreo en toda la extensión del área de distribución del recurso erizo en Punta Coles. Dada la importancia de la productividad de la especie es importante monitorear su comportamiento reproductivo para el manejo sostenible. Asimismo, se debe identificar los cambios en la distribución del recurso y la estructura de tallas de la población, con el ingreso de nuevas cohortes. Por lo tanto, se debería realizar las siguientes actividades:

- Establecer como mínimo 05 puntos de monitoreo en cada uno de los tres sectores identificados durante la Evaluación poblacional del recurso erizo.
- La periodicidad del monitoreo deberá ser mensual.
- Los indicadores a monitorear son: Densidad, biomasa, estructura de tallas, comportamiento reproductivo (madurez, actividad reproductiva, IGS) y factor de condición.

26

Por otro lado, ante la necesidad de tener indicadores pesqueros es importante que la autoridad competente realice el monitoreo (seguimiento) de esta pesquería durante la temporada de aprovechamiento, realizando registro de información a bordo de las embarcaciones, llenado de formatos de desembarque y registro de información de punto de desembarque, para lo cual se deberá registrar la siguiente información:

- Datos de captura por unidad de esfuerzo (kg/hora de buceo efectivo)
- Estructura por tallas de las capturas.
- Número de embarcaciones participantes
- Zona de extracción, detallando el sector de trabajo S1, S2 y S3.

Finalmente, se deberá realizar una evaluación poblacional directa para determinar la biomasa del recurso erizo, de preferencia entre los meses de febrero y abril, para así poder estimar un límite de captura para el año 2022.

5. Discusión

La densidad del recurso erizo durante la presente evaluación fue menor a la registrada durante el Estudio de Línea Base Biológica en diciembre del 2015, donde se registró densidades de hasta 21 ind/m² y predominando valores entre 2 y 10 ind/m² (SERNANP, 2016), mientras que en el presente estudio predominaron densidades menores a 1 ind/m²; la densidad promedio estimada (0,63 ind/m²) es menor a la registrada en los últimos años en los monitoreos realizados por el IMARPE (Tejada et al, 2017; Tejada et al, 2019). Por otro lado, se observa diferencias en su distribución donde los mayores núcleos de concentración se ubican ahora en la zona norte frente a la Guardianía, mientras que en el 2015 las mayores concentraciones se registraron en la zona central y sur de Punta Coles, esto podría deberse a que la zona norte se encuentra más resguarda y existe menos extracción ilegal.

La estructura de tallas del recurso erizo estuvo conformados por varios grupos modales, lo cual nos indica un constante ingreso de nuevas cohortes, asimismo, al comparar con la estructura de la población en diciembre 2015 esta presenta ligeras diferencias, con un rango de tallas mayor, sin embargo, la moda principal fue similar 65 mm (2015) y 68 mm (2021).

En relación al chanque, la densidad fue menor a 1 ind/m², valor similar a lo registrado en el 2015, donde se observó un predominio de densidades menores a 1 ind/m² (Tejada et al, 2017), por otro lado, su estructura de tallas presento diferencias, registrando en el presente estudio una mayor presencia de individuos mayores a la talla mínima de extracción de 80 mm. La lapa negra, de la misma manera presento densidades similares a estudios anteriores realizados por el SERNANP e IMARPE donde se reportan densidades menores a 2 ind/m² (SERNANP, 2016; Tejada et al, 2017; Tejada et al, 2019).

La pesquería del recurso erizo en el Puerto de Ilo presenta sus mayores desembarques entre junio y setiembre, periodo que coincide con la mayor actividad reproductiva de la especie (Bendita, 2016), la flota marisquera embarcada (buceo a compresora) registro los mayores volúmenes de extracción y en menor proporción los buzos pulmoneros no embarcados cuyos volúmenes de extracción representan alrededor del 25%.

En los últimos años la extracción del erizo ha cobrado mayor interés debido al incremento de su demanda, situación que ha traído como consecuencia un mayor desembarque. Los pescadores artesanales en el Puerto de Ilo, vienen laborando con algunos recursos como el choro y erizo, bajo el esquema de dividir el pedido del comprador entre los botes participantes, esto genera que todas las embarcaciones desembarquen el mismo volumen, siendo la captura por viaje entre 250 y 300 kg/embarcación en los años 2019 y 2020.

El nivel de explotación sugerido para el recurso erizo en Punta Coles, es una medida precautoria, con un valor que aseguraría un nivel de biomasa desovante adecuado para mantener la población; asimismo, es importante que el periodo de extracción se realice cuando las gónadas presenten su mayor peso para asegurar un buen rendimiento y precio. En ese contexto es importante definir la estrategia de explotación de acuerdo a la distribución del recurso en punta Coles, con la finalidad de mantener densidades de individuos adultos en toda el área y una estructura de tallas con el mayor rango que esté representado por diferentes grupos de edad.

6. Conclusiones

- El erizo se encuentra distribuido en toda el área de Punta Coles, concentrando sus mayores abundancias en la zona norte que corresponde al Sector S1 y en el estrato E1 (< 5 metros de profundidad).
- La biomasa estimada del recurso erizo en Punta Coles fue de 70,25 t (\pm 23,02 %), de los cuales el 56% se ubicó en el sector S1 y el 34% en el sector S2.
- La población de erizo en Punta Coles, presentó un rango de tallas entre 16 y 100 mm de diámetro de la testa, presentando una moda principal en 68 mm, registrándose un 61,4% de individuos menores a la talla mínima de captura.
- Se estimó un límite máximo de captura permisible (LMCP) de erizo en la zona de Punta Coles de 22,8 t, constituido por ejemplares con talla superiores a 70 mm de DT, para el año 2021.
- Se propone aprovechar el recurso erizo entre los meses de junio a setiembre del 2021 y se restringe la extracción en los meses no mencionados.
- Se propone realizar un monitoreo mensual de indicadores biológicos, poblacionales y pesqueros del recurso erizo y una evaluación poblacional directa entre febrero y abril del 2022 con la finalidad de estimar el LMCP para el 2022.

28

7. Taller de presentación de resultados

El Taller de presentación de resultados, se realizó el día 16 de abril de 2021, en el horario de 19:00 hrs, con la participación de representantes de entidades involucradas en el sector (RNSIIPG – SERNANP, PRODUCE, GERPRO, DICAPI, IMARPE, SUPABPI y CBTC), la información presentada se detalla a continuación.

Tabla 01: Relación de participantes en el taller de socialización.

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	INSTITUCION
1	Emil Yamil Enríquez Ochoa	Gerente	GERPRO
2	Oscar A. García Tello	Jefe de RNSIIPG	SERNANP
3	Anthony F. Llapapasca Núñez	Especialista coordinador de la RNSIIPG	SERNANP
4	Evelyn Guillermo Hinojosa	Especialista de la RNSIIPG	SERNANP
5	Rita Mamani Condori	Especialista de la RNSIIPG	SERNANP
6	Ygor Sanz Ludeña	Coordinador	IMARPE - ILO
7	Alex Tejada Cáceres	Evaluación de Recursos Bentónicos	IMARPE - Ilo

8	Alejandro Gonzales Vargas	Evaluación de Recursos Bentónicos	IMARPE - Ilo
9	Jose Carlos Zapata Rojas	Consultor	Externo
10	Carlos Alberto Gallo Arias	Pescador Artesanal	SUPABCPI
11	Jesús Avelino Gallegos Suarez	Especialista de la RNSIIPG	SERNANP
12	Edwin Huarcaya Berrios	Pescador Artesanal	SUPABCPI
13	Hernán García Cornejo	Pescador Artesanal	SUPABCPI
14	Julio Jimenez Guillen	Pescador Artesanal	SUPABCPI
15	Víctor Hugo Chana Gonzales	Pescador Artesanal	SUPABCPI



001-2021-PRFNP-RNSIIPG
056C-202100001

Evaluación Biológica del Recurso Erizo en Punta Coles y elaboración de la propuesta de medidas de conservación y ordenamiento del recurso

Consultor: Ing. Jose Carlos Zapata Rojas

Ilo, 16 de abril de 2021

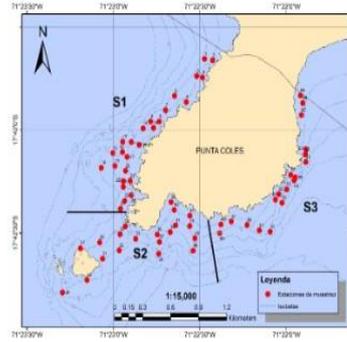
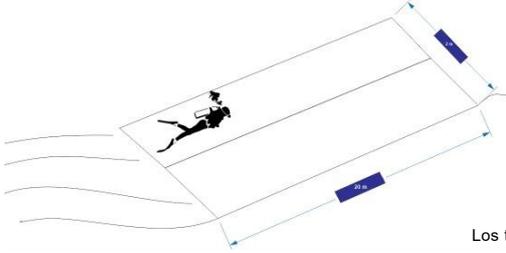
Metodología

Área de estudio

El área de estudio comprendió la zona submareal de la zona de Punta Coles en la Región Moquegua.

Muestreo

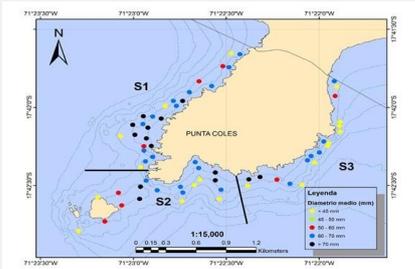
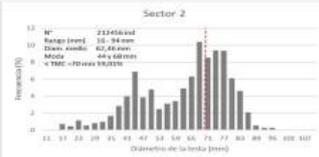
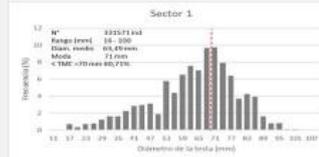
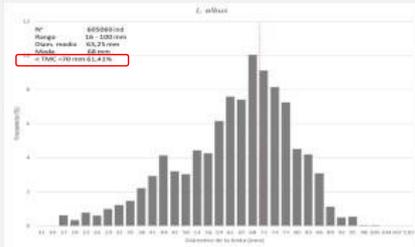
Sector	Estrato			Total
	E1 <5 m	E2 5 a 10 m	E3 10 - 15 m	
S1	5	15	7	27
S2	3	8	8	19
S3	6	7	6	19
Total	14	30	21	65



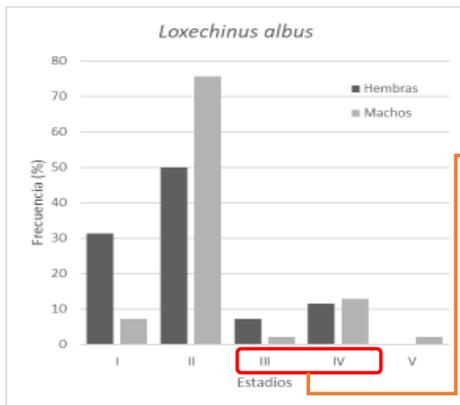
Los trabajos de campo se ejecutaron entre el 4 y 7 de marzo del 2021

Resultados

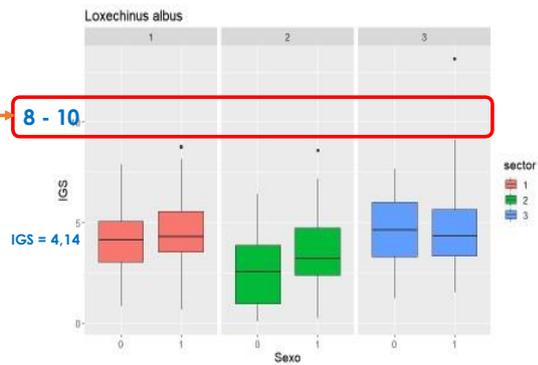
Estructura por tamaños



Madurez gonadal



Índice gonadosomático (IGS)



Relación peso gónada/peso de ejemplar

Se sugiere, aprovechar el recurso en los estadios III y IV, esto conlleva a que el IGS este entre los valores de 8 - 10 con el único propósito de tener una mejor negociación del producto para su comercialización

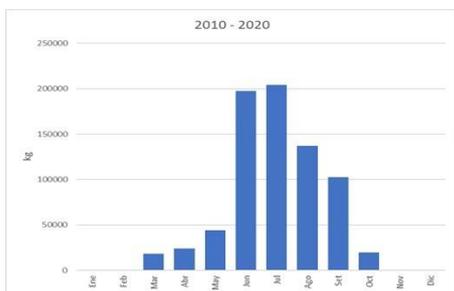
4

31

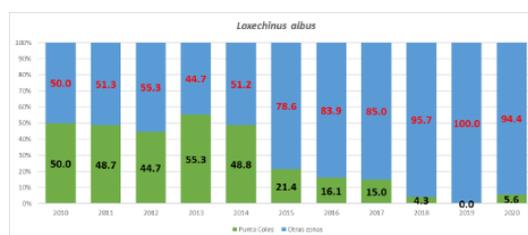
PROPUESTA DE ORDENAMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL RECURSO *Loxechinus albus* "erizo" en la zona de Punta Coles (Ilo, Moquegua)

5

En Ilo, los desembarques mensuales del recurso erizo presentan estacionalidad, registrando los mayores desembarques entre junio y setiembre



La zona de Punta Coles representa entre el 45 y 55% del desembarco total entre el 2010 y 2014, mientras que entre el 2015 y 2020 éste varió entre 4 y 21%



El desembarco promedio del 2010-2020 correspondiente a la zona de Punta Coles fue de **19 t/año**

La CPUE (kg/viaje) para Ilo, presenta una variación en la última década, con un valor cercano a los 200 kg/viaje entre el 2010 y 2016 y alrededor de 300 kg/viaje entre el 2018 y 2020.

Fuente: IMARPE

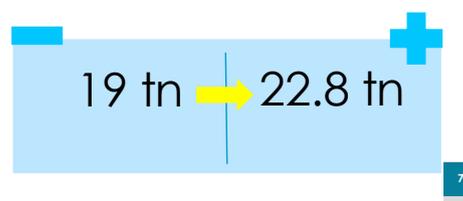
6

PROPUESTA DE ORDENAMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL RECURSO ERIZO

Estimación de Limite de captura y Puntos Biológicos de Referencia del erizo en Punta Coles y Proyección a corto plazo.

Se aplicó el modelo de Rendimiento por Recluta (Y/R) de Beverton y Holt (1957) basado en tallas y el modelo de Thompson y Bell (1934).

Abundancia (Nº individuos)			Biomasa (T)			Limite de Captura	
< TMC	> TMC	Total	< TMC	> TMC	Total	Nº Ind	Biomasa (t)
371569	233491	605060	27.4	42.8	70.2	186123	22.8



7

Cronograma de aprovechamiento

Actividad	may21	jun21	jul21	ago21	sep21	oct21	nov21	dic21	ene22	feb22	mar22	abr22
Aprovechamiento del recurso erizo		X	X	X	X							

Propuesta de monitoreo de indicadores biológicos poblacionales y pesqueros del recurso erizo

- ✓ Establecer como mínimo 05 puntos de monitoreo en cada uno de los tres sectores identificados durante la Evaluación poblacional del recurso erizo.
- ✓ Es recomendable que la periodicidad del monitoreo sea mensual.
 - ✓ Los indicadores a monitorear: Densidad, biomasa, estructura de tallas, comportamiento reproductivo (madurez, actividad reproductiva, IGS) y factor de condición.

Datos a tomar durante la extracción

- Datos de captura por unidad de esfuerzo (kg/hora de buceo efectivo)
- Estructura por tallas de las capturas.
- Número de embarcaciones participantes
- **Zona de extracción, detallando el sector de trabajo S1, S2 y S3, ubicación geográficas y profundidad.**

8

8. Referencias bibliográficas

- Bazigos, G.P. 1981. El diseño de reconocimiento de pesca con redes de arrastre. FAO. Com. Coord. Invest. Cient. (COCIC-CPPS). 24-28 noviembre 1980. Lima, CPPS. Series Seminarios y Estudios, 3:1-17
- Bendita, H. 2016. Determinación del ciclo reproductivo del "Erizo verde" *Loxechinus albus* asociados a periodos estacionales en la zona de Punta de coles - Ilo, 2015. Tesis para optar por el título de Ingeniero pesquero. Universidad Nacional de Moquegua, Perú. 89 pp
- Galindo O, Ramírez A, Campos S, Quispe S, Argüelles J. 2016. Protocolo para muestreo biológico y biométrico del erizo de mar *Loxechinus albus* (Molina, 1782). Instituto del Mar del Perú, Vol. 43.
- IMARPE. 2018. Aspectos biológicos y poblacionales del recurso erizo *Loxechinus albus* en el litoral de Islay – Arequipa. Informe interno. Laboratorio Costero de Camana.
- Keyl F. 2004. Evaluación y manejo del recurso marino *Haliotis* spp (abulón) en la península de Baja California, México mediante un modelo pesquero – climático. Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica. 121 p.
- Hilborn, R. & Walters, C.J. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment - Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall, New York.
- Seijo, J.C., Defeo, O. y Salas, S. 1998. Fisheries bioeconomics. Theory, modelling and management. FAO Fisheries Technical Paper No. 368. Roma, FAO. 108 pp.

- SERNANP. 2016. Caracterización de los elementos de conservación en el ecosistema marino. En: Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, Perú: Punta Coles (Ilo, Moquegua). Línea Base Biológica Terrestre y Marina. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sernanp). Lima, Perú.
- Tejada, A., D. Baldarrago, A. Gonzales, B. Aragón, Y. Romucho y J. Villanueva. 2017. Monitoreo del chanque *Concholepas Comucho* (Bruguiera, 1789) en el litoral de las regiones Moquegua y Tacna, 2015. Inf Inst Mar Perú, Vol. 44 / N°4 / Octubre-Diciembre 2017.
- Tejada, A., D. Baldarrago, B. Aragón, Y. Vizcarra y J. Villanueva. 2019. El chanque *Concholepas concholepas* (Bruguiera, 1789) en el litoral de las regiones de Moquegua y Tacna, 2017. Inf Inst Mar Perú, Vol. 46 / N° 4 / Octubre - Diciembre 2019.
- Yamashiro, C; C. Benites; J. Zeballos; R. Tafur. 1996. Algunos aspectos biológico-pesqueros del recurso erizo *Loxechinus albus* (Molina, 1782). Inf. Prog. Inst. Mar Perú N° 38, pp. 31-46.