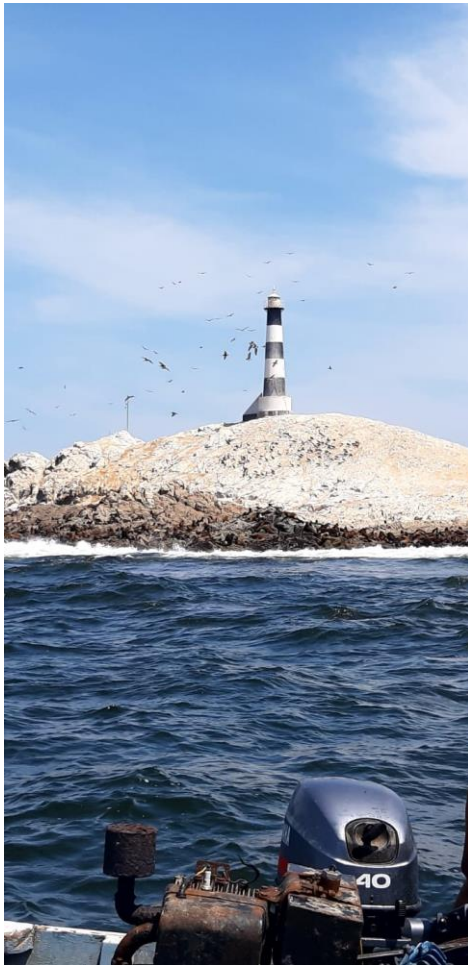


MARZO – 2021



***Evaluación poblacional del recurso
Loxechinus albus “erizo” en la zona
de Punta Coles (Ilo, Moquegua)***

JOSÉ CARLOS ZAPATA ROJAS
CONSULTOR EN RECURSOS PESQUEROS Y MACROALGAS

Evaluación poblacional del recurso *Loxechinus albus* “erizo” en la zona de 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 extractores, 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.

Punta Coles, ubicada en Ilo, forma parte de la Reserva Nacional del Sistema de Islas y Puntas Guaneras desde el 2010, y en ella se alberga una importante biodiversidad marina y es considerada como una zona importante de pesca por la flota marisquera. 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% (Tejada et al, 2016).

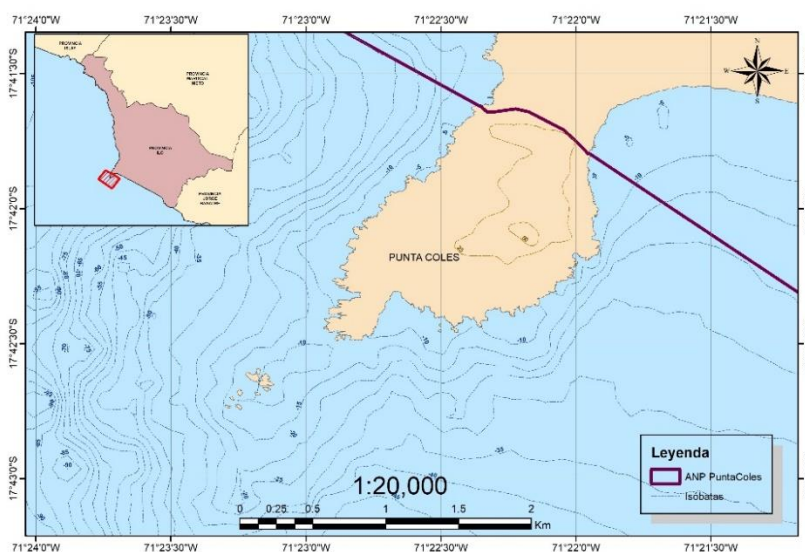
La información sobre los elementos de conservación a nivel submareal en Punta Coles es escasa, presentando vacíos temporales de información biológica y poblacional. Por lo que es necesario continuar con las investigaciones para complementar la existente, a fin de contar con una base de datos de la biología,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

El presente documento describe los resultados de la Evaluación Poblacional del recurso erizo en la zona de Punta Coles, efectuada entre el 4 y 7 de marzo del 2021, determinándose su distribución, abundancia y biomasa del recurso, así como algunos indicadores biológicos y poblacionales.

2. Metodología

2.1 Área de estudio

El área de estudio comprendió la zona submareal de la zona de Punta Coles en la Región Moquegua que pertenece a la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, ubicada a 7 km al sur de Ilo (Moquegua – Perú) (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 de la Reserva de Punta Coles (Ilo – Moquegua).

2.2 Muestreo

Para efectuar el trabajo de campo, previamente se consideró acciones de bioseguridad en prevención al contagio por el COVID-19 al personal que realizara el muestreo a bordo como para el personal de apoyo en el muestreo en laboratorio. Para el muestreo en Laboratorio se solicitó el apoyo al Laboratorio Costero de IMARPE Ilo para el uso de sus instalaciones. La tripulación (motorista y buzos) y el personal científico pasaron 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.

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 (Tejada *et al*, 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:

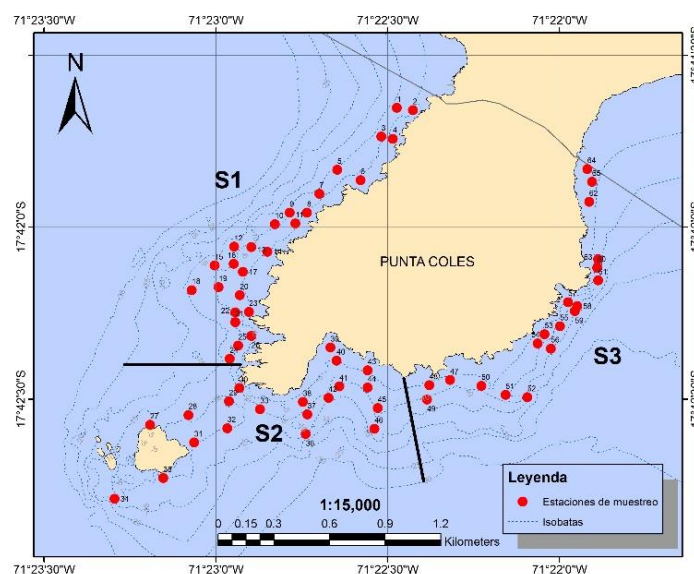
- Estrato I: Entre 0 y 5 m de profundidad
- Estrato II: Entre 5 y 10 m de profundidad
- Estrato III: Entre 10 y 15 m de profundidad

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	5	15	7	27
S2	3	8	8	19
S3	6	7	6	19
Total	14	30	21	65



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo en la Reserva de 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).

Tabla 2: Descripción de escala de madurez gonadal por procesamiento histológico del recurso *L. albus* "erizo"

Estadio de Madurez	Hembras	Machos
Virginal (I)	Los individuos pertenecientes a este grupo son aquellos que nunca antes se han encontrado activos reproductivamente, los lóbulos presentan ovocitos inmaduros adheridas a la pared, mayor cantidad de tejido conectivo	Individuos que nunca antes se han encontrado activos reproductivamente. Los lóbulos tienen diámetro pequeño y sólo presentan espermatogonios adosados a sus paredes. Presentan abundante tejido conectivo.
En maduración (II):	Lóbulo de mayor desarrollo que el estadio anterior. Presencia de ovocitos inmaduros adosados a la periferia de cada lóbulo y ovocitos en maduración a punto de desprenderse de la pared lobular. Pueden existir algunos ovocitos maduros en el lumen	Lóbulo se observa que es reemplazado el tejido conectivo por espermatogonias y espermatocitos adosados a la pared. Este tejido se extiende hacia el lumen del lóbulo, diferenciándose los espermios en la parte final de la capa cortical, de donde se desprenden y acumulan en el centro del lóbulo. Los lóbulos no se encuentran completamente llenos
Maduro (III):	Individuos que presentan la máxima madurez, pero que aún no se encuentran en un proceso de desove. Los lóbulos están bastante desarrollados, con los ovocitos maduros muy apilados unos con otros dando la apariencia de estar muy turgentes, las paredes de los lóbulos se tornan delgadas y poco visibles debido a la presión ejercida entre los ovocitos, los cuales adquieren formas irregulares. Casi ausencia tejido conectivo	Individuos que presentan la máxima madurez, se observa que la capa cortical se reduce en grosor debido al progresivo aumento de la masa de espermios. Centro del lumen lleno de espermatozoides
Desovante (IV) (hembras) Evacuación (IV) (machos)	Individuos que se encuentran en un proceso de liberación de gametos. Se observa durante el desove que la cantidad de óvulos se reduce notoriamente presentándose la cavidad lobular parcial o totalmente vacía y abundante tejido conectivo, indicando que ya se realizó el desove.	Individuos que se encuentran en un proceso de liberación de gametos. Se observa que la masa de espermios disminuye su diámetro en los lóbulos testiculares al ocurrir el desove, los estratos de células espermatogénicas se comienzan a disgregar; encontrándose lóbulos con secciones vacías o semivacías en el centro de éstos, debido a un proceso de expulsión de espermatozoides

<p>Recuperación/atresia (V) (hembras) Recuperación/reposo (V) (machos)</p>	<p>Individuos que ya pasaron por un proceso de desove. Lóbulos de tamaño similar al estadio III, con restos o muy pocos ovocitos maduros. Este estadio por lo general muestra a los lóbulos prácticamente vacíos, se puede observar tejido conectivo, indiferenciación del sexo por ausencia de células sexuales, diferenciándose del estadio I por la ausencia de ovocitos inmaduros y en maduración, lo cual demuestra la recuperación marcada que suele tener esta especie. Es posible ver ovocitos atrésicos o en reabsorción, que consiste en ovocitos en estado de auto degeneración que serán posteriormente reabsorbidos</p>	<p>Individuos que ya pasaron por un proceso de expulsión, pero aún con rezagos del mismo. Lóbulos desarrollados con abundante presencia de tejido conectivo de relleno y restos de espermatozoides. Puede no diferenciarse el sexo debido a la ausencia de gametos sexuales. Los lóbulos se observan semivacías, con poco contenido gametogénico; es decir, muy poco o escaso esperma pudiendo confundirse con los individuos virginales, pero las tallas de los individuos en estos estadios corresponden a adultos. Reposo: Luego de un proceso de recuperación, los individuos comienzan a prepararse para la formación de gametos, pero ya habiendo pasado por procesos de madurez y expulsión, anteriormente. La presencia de tejido conectivo abundante aún permanece. A diferencia de la recuperación, se pueden observar algunos túbulos con presencia de espermatogonios, lo que sí permite diferenciar el sexo</p>
---	--	---

2.3 Análisis de los datos

Los datos de densidad y biomasa de cada una de las estaciones de muestreo, fueron digitados en hojas de cálculo (EXCEL), para estimar los indicadores poblacionales del recurso erizo.

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 los ejemplares 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.

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 de 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).

Índice Gonadosomático

Con los datos que corresponden al peso total PT_i (gr) y el peso húmedo de las cinco gónadas PG_i (gr), se estimó el Índice Gonadosomático (IGS_i), 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_i 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 $\alpha = 0.05$.

Abundancia y Biomasa

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

7

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:

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

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

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.

3. Resultados

3.1 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 contagiosa, presentando 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.

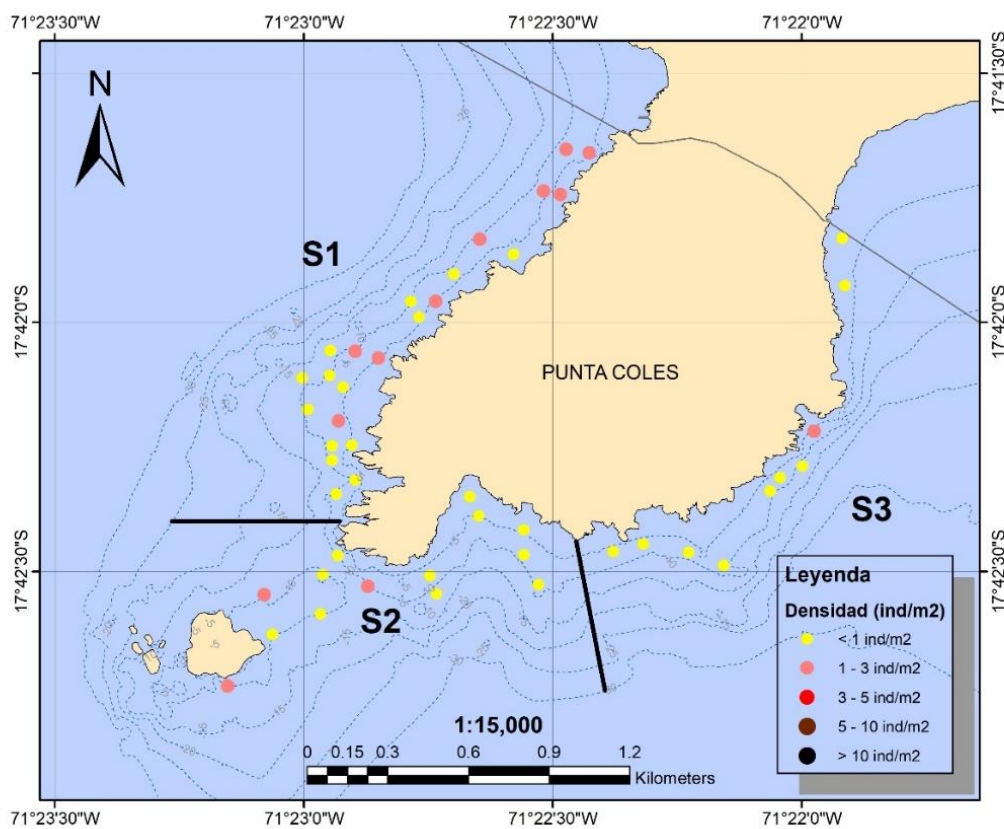
Zona	Sector	Estación	Latitud			Longitud			Prof (m)	ind/m ²	g/m ²
			°	'	"	°	'	"			
P U N T A C O L E S	S1	1	17	41	39.2	71	22	28.4	8.1	1.7	73.5
		2	17	41	39.6	71	22	25.6	5	2.6	275.9
		3	17	41	44.2	71	22	31.1	8.2	2.4	165.1
		4	17	41	44.6	71	22	29.1	2.4	2.2	249.6
		5	17	41	50	71	22	38.8	8.6	1.7	182.9
		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 3 y 4)

La densidad media 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 (0,32 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 la zona de 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	0.92
S2	0.49	0.41	0.72	0.57
S3	0.31	0.43	0.00	0.32
Total	0.93	0.69	0.42	0.65



Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Densidad (ind/m²) de *L. albus* "erizo" en Punta Coles, durante la Evaluación del recurso Erizo en Punta Coles – Marzo 2021.

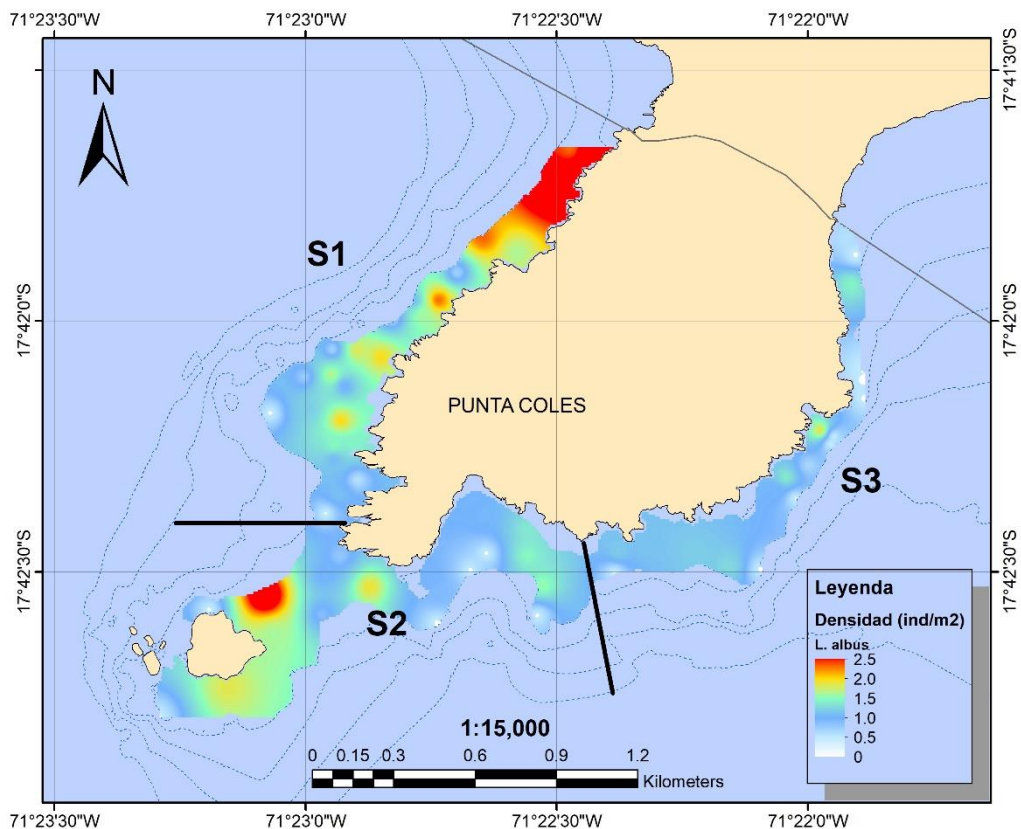


Figura 4: Distribución y densidad (ind/m²) de *L. albus* “erizo” en Punta Coles, durante la Evaluación del recurso Erizo en Punta Coles – Marzo 2021.

3.2 Densidad y Biomasa

La biomasa total de erizo en el área habitable en Punta Coles, se estimó en 70,25 t (\pm 23,02 %), de los cuales el 56% corresponde al sector S1 y el 34% en el sector S2 (Tabla 4). La población total se estimó en 605 060 individuos (\pm 26,26 %), de los cuales el 54,8% se ubicó en el sector S1 y el 35,1% en el sector S2 (Tabla 5).

Tabla 5: Biomasa (kg) y abundancia (N° de individuos) estimada de *L. albus* “erizo” por sector y estrato en la zona de 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

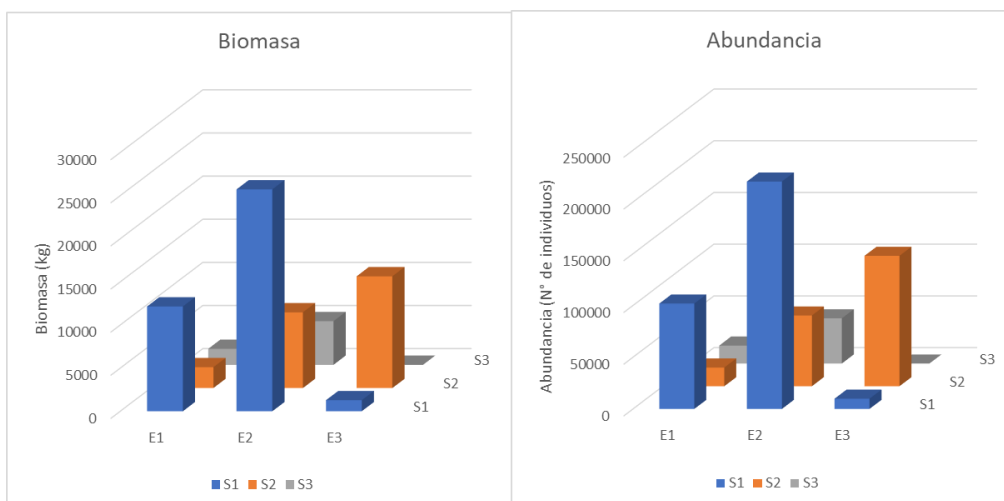


Figura 5: Biomasa (kg) y abundancia (N° de individuos) estimada de *L. albus* "erizo" por sector y estrato en la zona de Punta Coles, Marzo – 2021.

3.2.1 Estructura por tamaños

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 6).

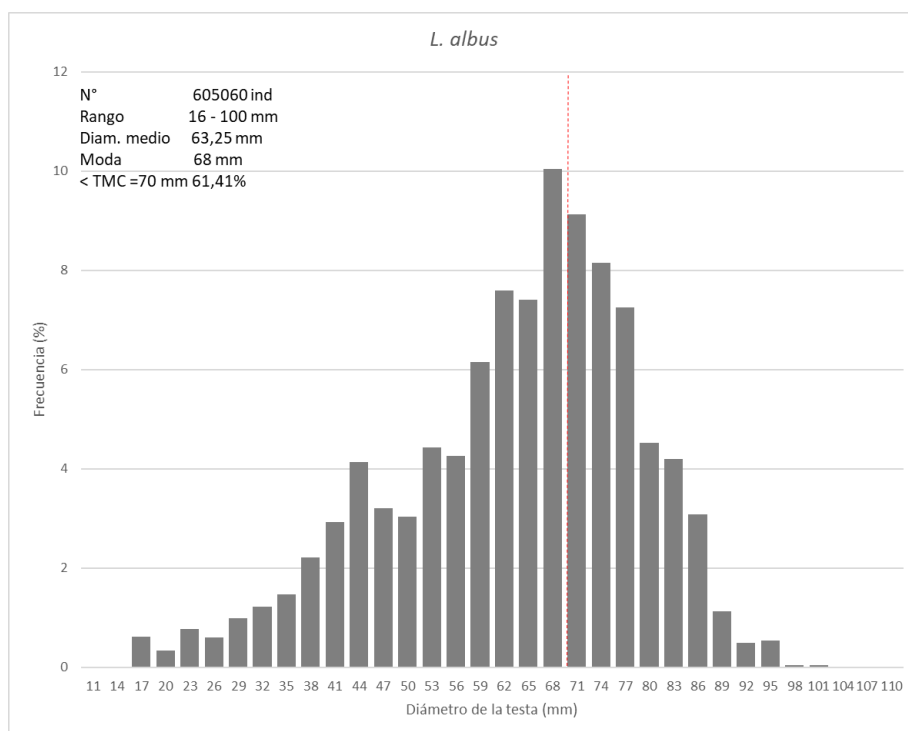


Figura 6: Estructura por tamaños del recurso erizo *L. albus*, en la zona de Punta Coles, Marzo 2021.

Por sectores, se observaron diferencias en la estructura de las tallas. En el sector S1, la que presenta la mayor biomasa, el erizo presentó un rango de tallas entre 16 y 100 mm de DT y moda principal ubicada en 71 mm; mientras que en el sector S2 el rango fue entre 16 y 94 mm con moda principal en 68 mm y secundaria en 44 mm, en el sector

S3, donde se registra la menor biomasa, el rango de tallas fue menor, variando entre 28 y 88 mm y una moda principal en 62 mm (Figura 7).

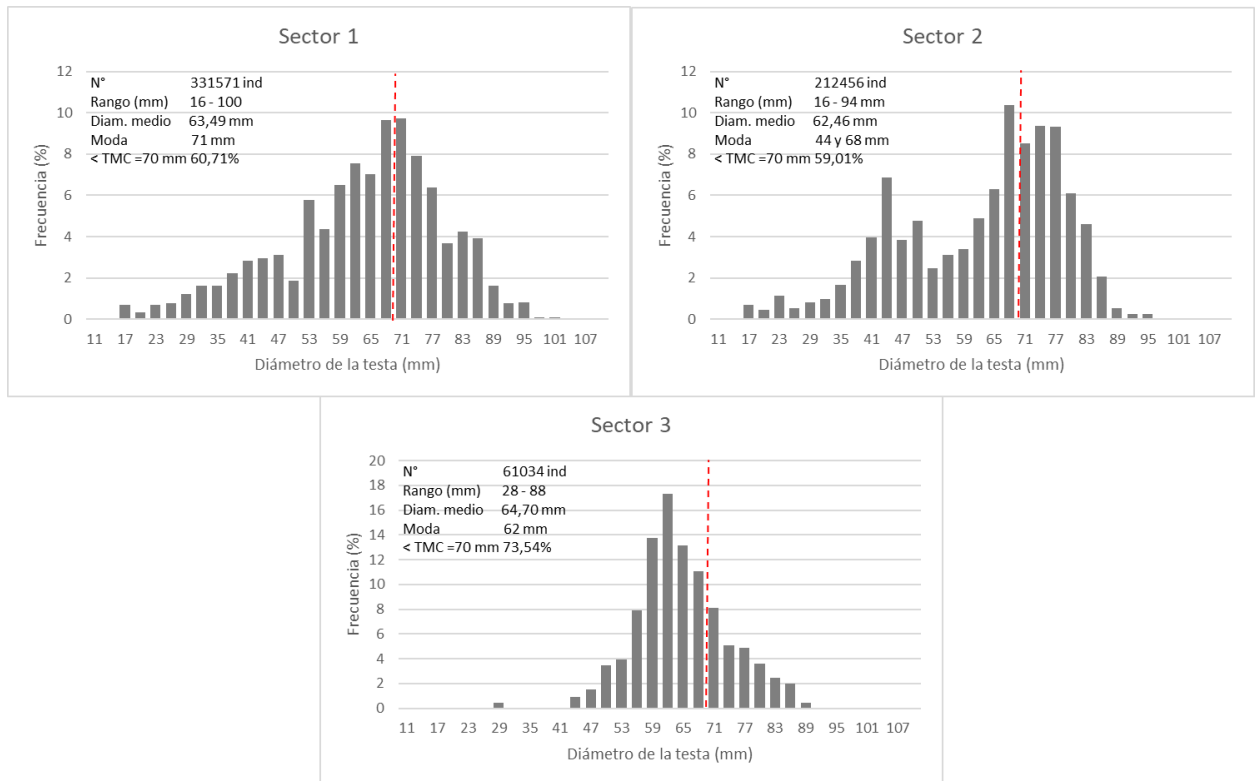


Figura 7: Estructura por tamaños del recurso erizo *L. albus*, en la zona de Punta Coles, Marzo 2021.

Por estación de muestreo, el diámetro promedio fue variable, predominando valores entre 60 y 70 mm de DT en el área, y entre el S1 y S2 se observan estaciones con diámetro promedio entre 70 y 80 mm, por otro lado, en el sector S3 se observa estaciones con valores entre 40 y 45 mm de diámetro promedio (Figura 8).

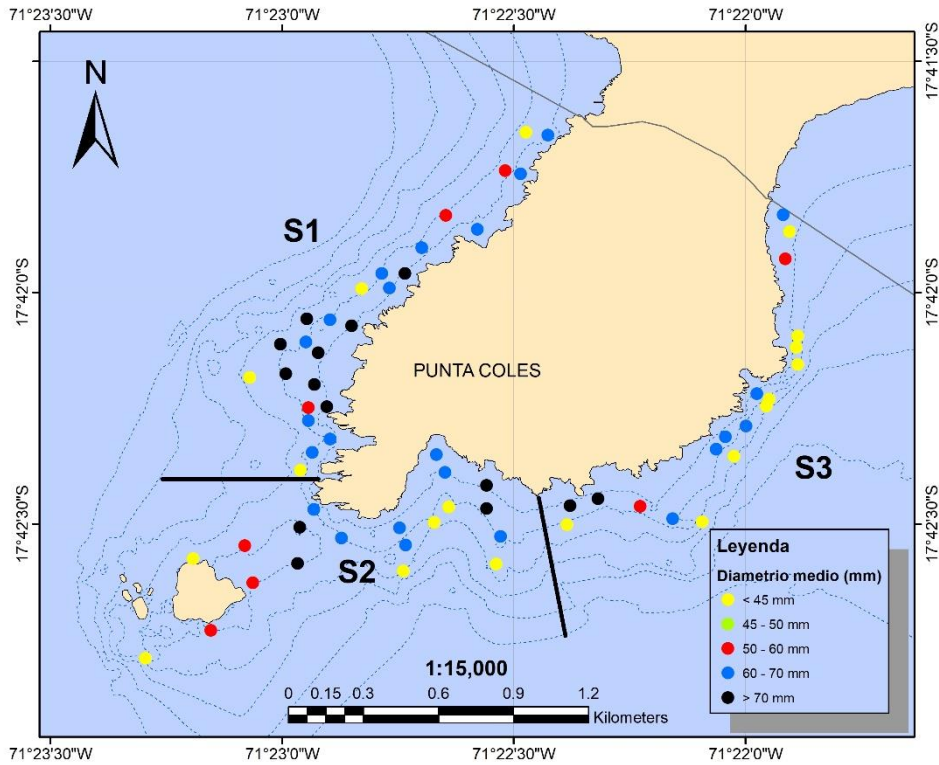


Figura 8: Distribución por estación de muestreo, en relación al diámetro de la testa promedio estimada del recurso *L. albus* "erizo" en la zona de Punta Coles, Marzo 2021.

3.2.2 Estructura por edades

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 9).

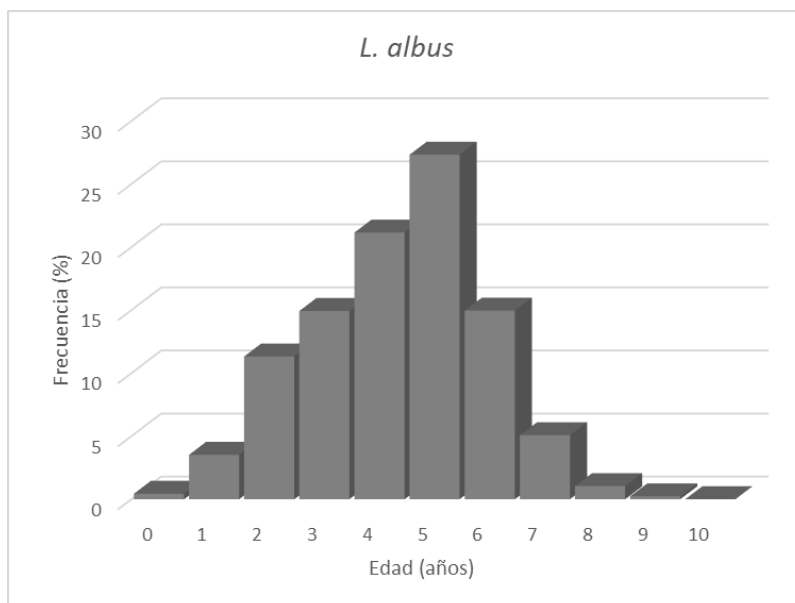


Figura 9: Estructura de la población del recurso *L. albus* "erizo" por grupos de edad en la zona de Punta Coles, Marzo 2021.

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 10 y 11).

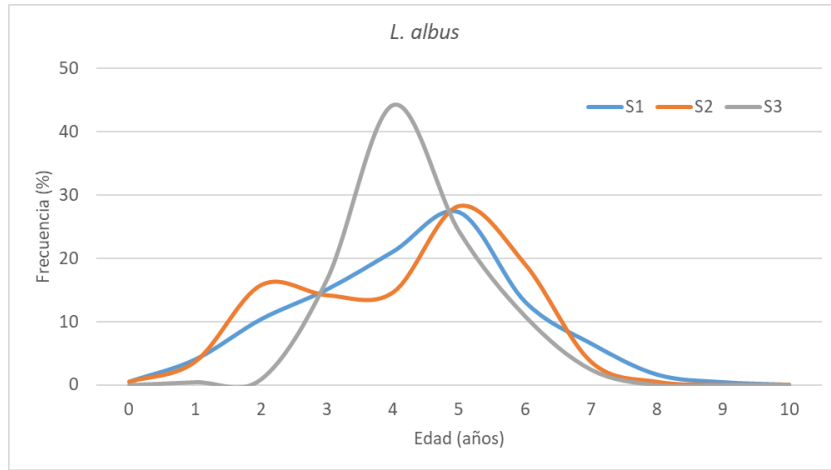


Figura 10: Estructura de la población del recurso *L. albus* "erizo" por grupos de edad y por sector en la zona de Punta Coles, Marzo 2021.

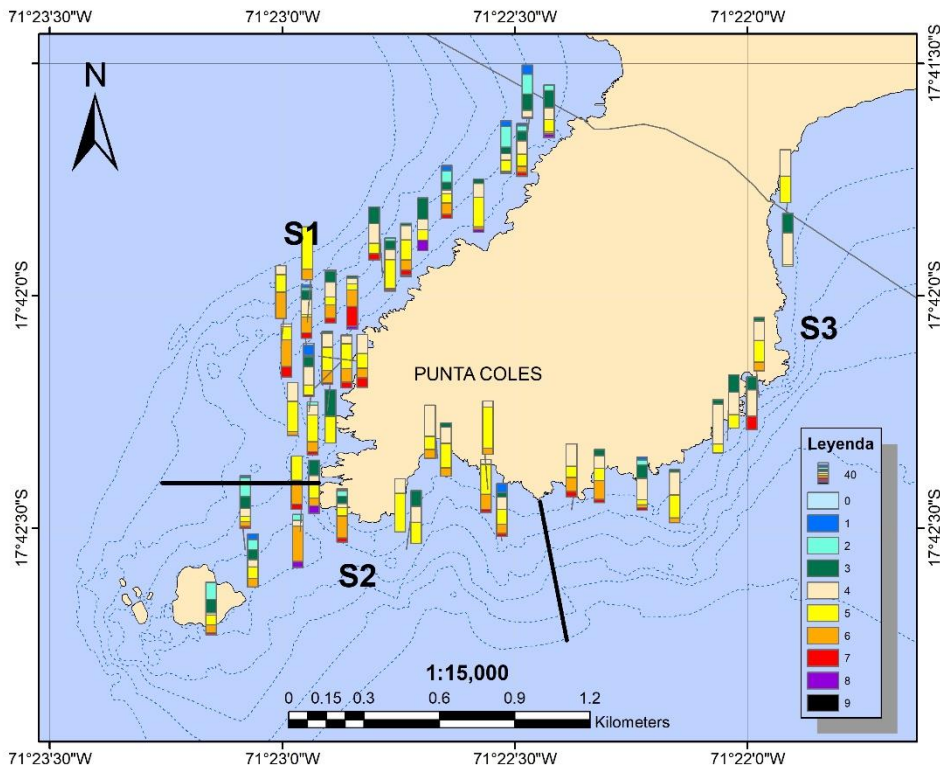


Figura 11: Distribución por estación de muestreo, en relación a grupos de edad estimada del recurso *L. albus* "erizo" en la zona de Punta Coles, Marzo 2021.

3.2.3 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.

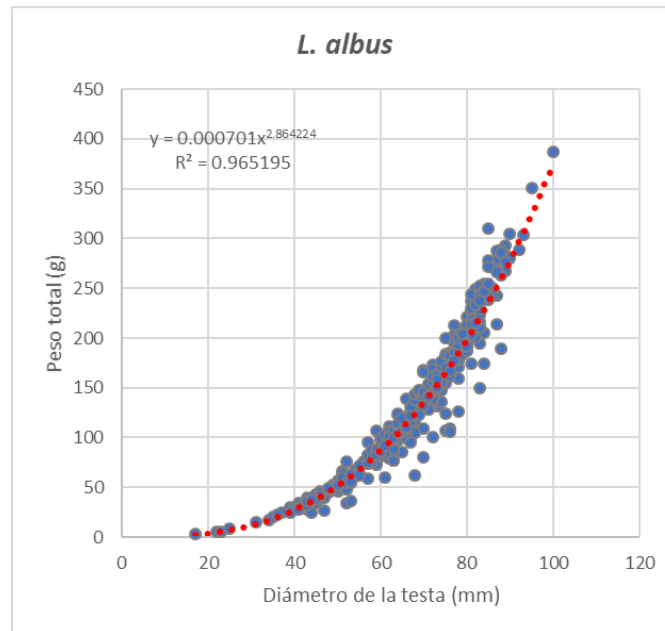


Figura 12: Relación Diámetro de la testa (mm) vs Peso total (gr) del recurso *L. albus* "erizo" en la zona de Punta Coles, marzo 2021.

3.2.4 Comportamiento reproductivo

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 13). La proporción sexual fue de 1,0:2,1 favorable a los machos; corroborado con la prueba de X^2 observando diferencias significativas al 95% ($X^2 = 42,44$; $p < 0,05$).

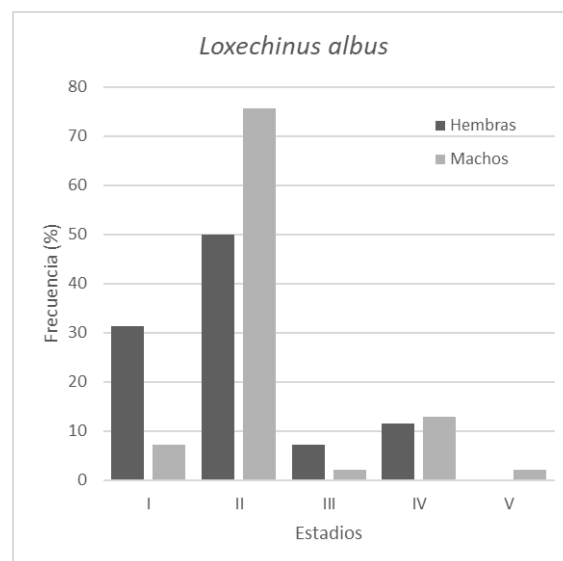


Figura 13: Estados de madurez gonadal del recurso *L. albus* "erizo", en la zona de Punta Coles, Marzo 2021.

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 14).

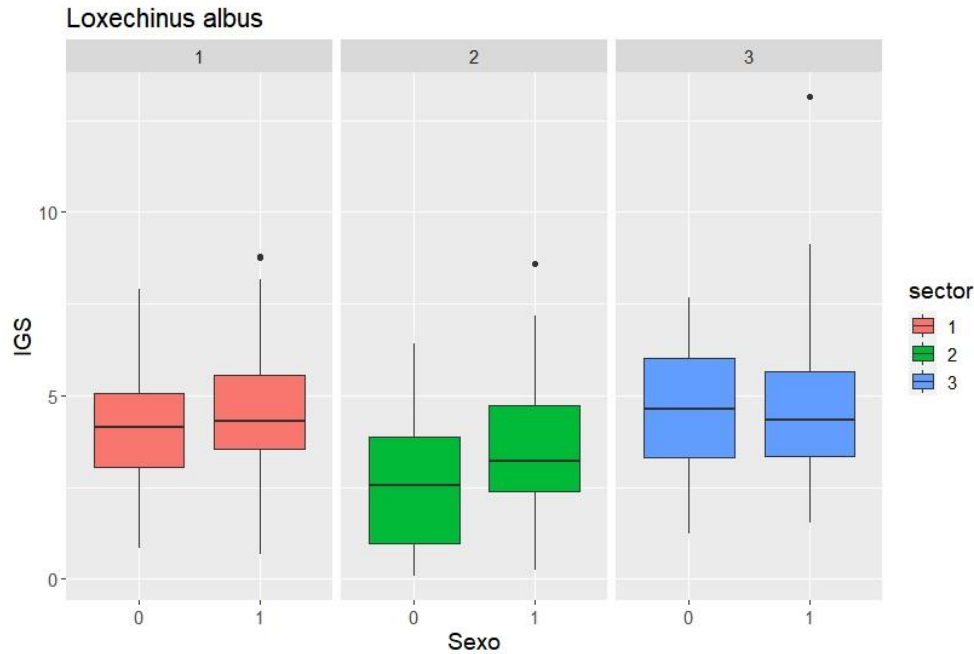


Figura 14: Boxplot representando el IGS del recurso *L. albus* "erizo", en la zona de Punta Coles, Marzo 2021.

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 registra las menores densidades (Figura 15).

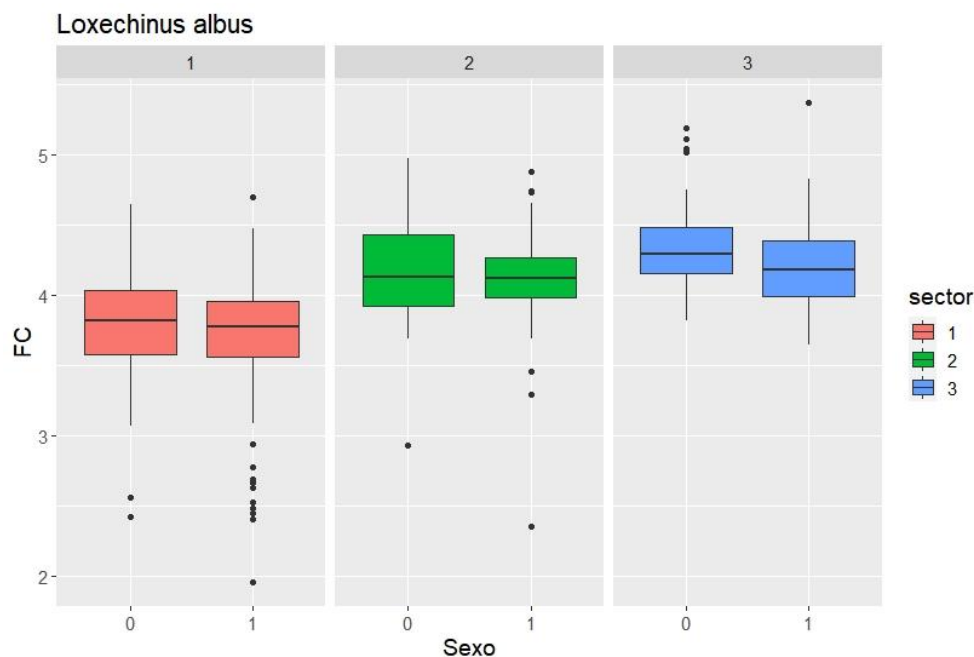


Figura 15: Boxplot representando el Factor de Condición de Fulton del recurso *L. albus* "erizo", en la zona de Punta Coles, Marzo 2021.

3.3 Otros recursos

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 la zona de 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 16).

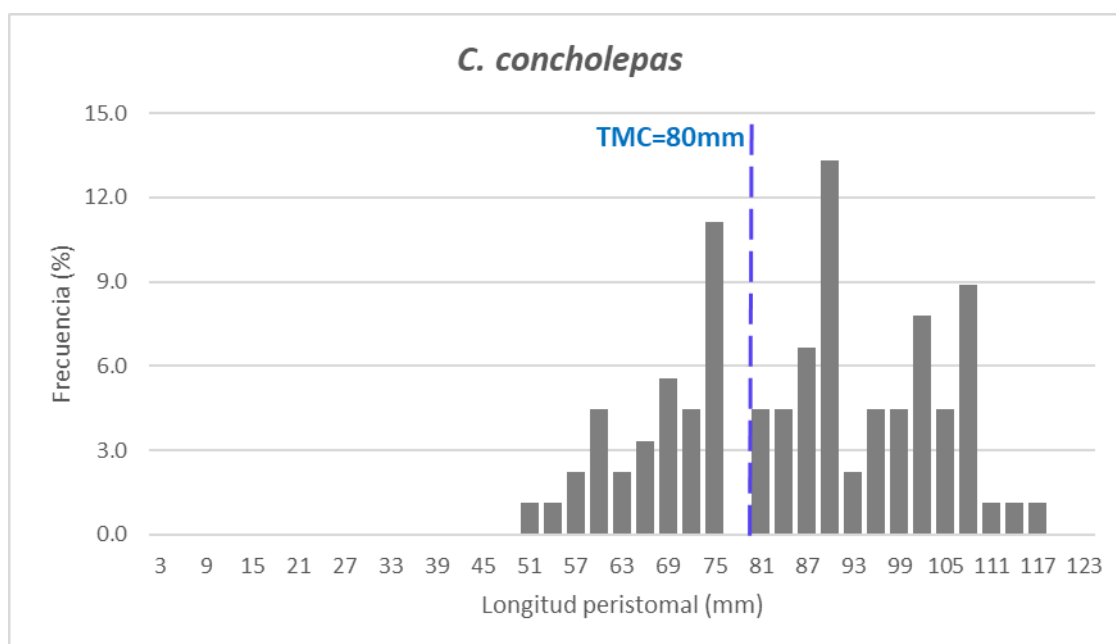


Figura 16: Estructura por tamaños del recurso chanque *C. concholepas*, en la zona de Punta Coles, Marzo 2021.

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 17).

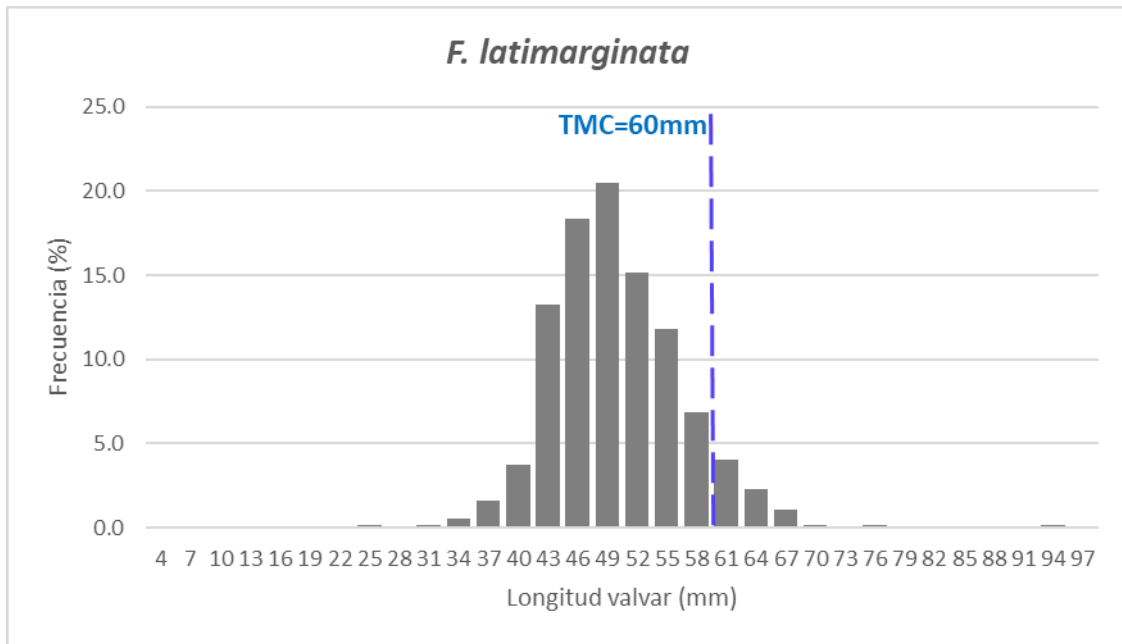


Figura 17: Estructura por tamaños del recurso lapa negra *F. latimarginata*, en la zona de Punta Coles, Marzo 2021.

4. 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 (Tejada et al, 2016), mientras que en el presente estudio predominaron densidades menores a 1 ind/m²; la densidad promedio estimada (0,65 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 observa 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 (Tejada et al, 2016; Tejada et al, 2017; Tejada et al, 2019).

5. 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 de 70 mm.
- El comportamiento reproductivo del recurso erizo indicó un predominio de individuos en un proceso de maduración.

6. 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.
- Tejada, A., Y. Sanz, O. Garcia, A. Vargas, D. Baldarrago & U. Mendoza. 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 concholepas* (Bruguiere, 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* (Bruguiere, 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.

7. Anexos

7.1 Participantes

Embarcación	LUCIANA SALOME
Matrícula	IO-43574-BM
Motorista	Edwin Huarcaya Berrios
Buzo 1	Adrian Ccama Castillo
Buzo 2	Gilberto Ayala Berrios
Consultor	José Carlos zapata Rojas
Equipo Técnico	Franklin Gómez Alanoca

7.2 Fotos



Foto 1: Muestreo submareal del recurso erizo en Punta Coles.



Foto 2: Tripulación participante en la evaluación del recurso erizo en Punta Coles .



Foto 3: Ejemplares de erizo colectados durante la evaluación del recurso erizo en Punta Coles.



Foto 4: Registro biométrico del recurso erizo .



Foto 5: Muestreo biológico del recurso erizo en laboratorio.