



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 42, Número 2



Abril-Junio 2015
Callao, Perú

PESCA EXPLORATORIA Y EXPERIMENTAL CON RED DE CERCO ARTESANAL EN LA REGION TUMBES-2005

EXPLORATORY FISHING AND EXPERIMENTAL TRADITIONAL PURSE SEINER IN THE TUMBES REGION 2005

Carlos Salazar

Francisco Ganoza

Julio Alarcón

Federico Iriarte

German Chacón

Armando Román

Jairo Calderón

Carlos Vásquez

RESUMEN

SALAZAR C., GANOZA F., ALARCÓN J., IRIARTE F., CHACÓN G., ROMÁN A., CALDERÓN J., VÁSQUEZ C. 2015. Pesca exploratoria y experimental con red de cerco artesanal en la Región Tumbes. 2005. *Inf Inst Mar Perú*. 42(2): 242-261.- Se evaluó la utilización de la malla de 50 mm (2") en redes de cerco artesanal de la Región Tumbes en una pesquería multiespecífica. Se trabajó con una red control de tamaño de malla de 38 mm (1,5") y la red experimental de 50 mm (2,0"), con un porcentaje de embande de 0,65 y 0,77, respectivamente. Se determinó diferencia entre las curvas de profundidad de calado del cuerpo central de las redes ($t_c = 46,670$, $t^* = 1,98$, $p = 0$) la red experimental tuvo mayor profundidad de velado; entre las curvas de velocidad de caída del cuerpo central de las redes, hubo diferencia significativa ($t_c = 7,790$, $t^* = 1,98$, $p = 0,000$), debido al mayor lastre y filtrado de las mallas de la red experimental. El coeficiente abertura horizontal (μ_1) de las mallas en la franja superior durante el máximo velado de la red y el gareteo fue en las mallas del cabecero o copo, parte central y ultimo cuerpo de la red, en promedio 0,71; 0,74 y 0,73 respectivamente; (valores cercanos al coeficiente de armado ideal para el escape de ciertos peces fusiformes). El promedio de μ_1 obtenidos en la región de las mallas centrales en el cabecero, centro y ultimo cuerpo de la red fue 0,85; 0,85 y 0,84 respectivamente; lo que indicó una mayor abertura horizontal de las mallas por encima del valor del coeficiente de armado que no permitiría el escape de los peces. Se concluyó que por la condición de las mallas de la red de cerco experimental (tamaño de malla 50 mm) no es óptima para gran parte de la estructura de la red, esto no permitiría la selectividad por tamaños. PALABRAS CLAVE: Red de cerco artesanal, Región Tumbes

ABSTRACT

SALAZAR C., GANOZA F., ALARCÓN J., IRIARTE F., CHACÓN G., ROMÁN A., CALDERÓN J., VÁSQUEZ C. 2015. Exploratory fishing and experimental traditional purse seiner in the Tumbes Region, 2005. *Inf Inst Mar Perú*. 42(2): 242-261.- In this paper, the use of mesh 50 mm (2") in artisanal purse seiner of the Tumbes Region in a multispecies fishery was assessed. We worked with a control purse seiner of mesh size of 38 mm (1.5") and the experimental fishing net of 50mm (2.0") with a percentage of hanging ratio of 0.65 and 0.77; respectively. Operational assessment of the purse seine was observed that there was a difference between the curves of setting depth of the central body of the net ($t_c = 46.670$, $t^* = 1.98$, $p = 0$), the experimental net had a more setting depth. Likewise between the curves drop speed of the central body of the purse seiners, there was a significant difference ($t_c = 7.790$, $t^* = 1.98$, $p = 0$) due to greater weight and filtering mesh of the experimental net. The horizontal opening (μ_1) of the meshes in the upper band for the maximum setting depth and purse line recovering, the meshes of cod end, middle part and last body of the net, was on average (μ_1) 0.71, 0.74 and 0.73 respectively; (values close to the hanging coefficient ideal for escaping of fusiform fishes). The average (μ_1) obtained in the region of the central meshes in the cod end, middle part and last body of the net was 0.85, 0.85 and 0.84 respectively; which indicated a greater horizontal opening of the mesh above the hanging coefficient would not allow the escape of fishes. It was concluded that the mesh condition of experimental net (mesh size 50 mm) is not optimal for large part of the net structure; this would not allow fish selectivity sizes.

KEYWORDS: Purse seiner, Tumbes Region

1. INTRODUCCIÓN

Las artes de pesca poseen propiedades selectivas sobre ciertas especies y rango de tallas; sin embargo, afectan la vida marina de una u otra manera. Uno de los efectos importantes, es que al capturar los peces más grandes de una población, modifican la distribución de longitudes de las especies objetivo. En muchas pesquerías, las redes de pesca también afectan a los organismos no objetivo que son capturados incidentalmente y que por lo general, se descartan por su bajo

valor económico o por las prohibiciones de descarga (FAO 2003). Por estos motivos, la respuesta selectiva de las redes de cerco, debe ser evaluada en función al impacto sobre el recurso, aunque el parámetro de selectividad por si solo no puede ayudar al uso sostenible de un stock de peces en explotación. Al considerar el impacto que ejerce un arte de pesca a una población de peces, se debe tener en cuenta la combinación de la selectividad con otros factores como la accesibilidad, vulnerabilidad, características multiespecies de las pesquerías, factor biológico de las especies.

La actividad pesquera artesanal, en general, ha devenido en una disminución de capturas especialmente de peces, más no así de invertebrados marinos cuya captura en los últimos años se ha incrementado, principalmente el calamar gigante (*Dosidicus gigas*). En la región Tumbes, la pesquería artesanal utiliza distintas artes de pesca dirigidas a la extracción de una gran variedad de especies para el consumo humano directo, caracterizado por volúmenes bajos. La red de cerco y de enmalle (cortina) representa la captura del 80% del desembarque total que es escasa o nula con red de arrastre.

Las embarcaciones de pesca de cerco artesanal llamadas vikingas, que actúan en la región de Tumbes, tienen conflictos con los pescadores artesanales de pinta, espinel y cortina, por las áreas, alto poder de pesca e impacto negativo a las poblaciones de peces en la zona, porque utilizan redes con paños de tamaño de malla de 1^{1/2}" y de 1/2" capturando por lo general especímenes juveniles y operando habitualmente dentro de las cinco millas marinas, realizando descarte de peces y especímenes no comerciales.

Ante esta situación, IMARPE recomendó en el marco de la protección y el uso adecuado de los recursos hidrobiológicos, la utilización de la malla de dos pulgadas en las redes de cerco artesanal y para validar esta recomendación efectuar pescas experimentales y exploratorias que en Tumbes se cumplió entre el 29 de marzo y 21 de abril 2005, a bordo de las embarcaciones de la zona Gaviota III y Jesús Elizabeth I.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio.- La investigación se desarrolló en las zonas costeras de la Región Tumbes, que fue dividida en tres áreas de estudio, identificadas como A, B y C (Tabla 1, Fig. 1), se realizaron 15 salidas de campo distribuidas en las zonas de pesca A (norte) comprendiendo de la frontera marítima norte a Puerto Pizarro, zona B (centro) de Puerto Pizarro a Caleta la Cruz y la zona C (sur) de Caleta la Cruz a Punta Sal.

Entre los principales equipos se utilizaron GPS portátiles Garmin, ecosondas, sensores de profundidad y temperatura con precisión +/- 0,90 m y resolución de 9 cm.

Las operaciones de pesca exploratoria y experimental se realizaron a bordo de dos embarcaciones cerqueras artesanales de la región Tumbes: Jesús Elizabeth I y Gaviota III, cuyas capacidades de bodega son 15 y 17,17 m³, rangos de potencia de 147 y 218 hp; eslora 10,65 y 9,14 m, con antigüedad de 30 y 29 años; respectivamente (Tabla 2).

Las embarcaciones estuvieron equipadas con winche mecánico, virador hidráulico (power block), pescante o burra, equipos de navegación (GPS), detección (ecosonda) y comunicación (radio de largo alcance UHF, VHF).

El sistema de pesca se complementó con la balsilla y las redes de cerco, las que presentaron algunas diferencias en cuanto al tamaño de malla de la red control (1,5") y experimental (2,0"), así como en el porcentaje de embande de 0,65 y 0,77; respectivamente (Figs. 2, 3).

Evaluación de la capacidad operacional del arte de pesca.- Se evaluó la performance dinámica de la red de cerco mediante el análisis de datos cronometrados en el proceso de pesca y la interrelación de datos tomados de tres batiquimógrafos dispuestos en la relinga de plomos en diferentes partes para registrar la profundidad de velado, la velocidad de hundimiento y temperatura en intervalos de tiempo de 5 s con una precisión de ±0,9 m. Los sensores fueron colocados en sentido horizontal en tres secciones de la red en la relinga de plomos (Fig. 4, 5). Asimismo, se instalaron en sentido vertical en la parte central de la red (niveles superior, central e inferior) con el objeto de deducir la deformación de las mallas en las principales etapas del cerco (inicio de gareteo, máximo velado y fin de gareteo). El sensor S1 fue ubicado a 8,6 m del borde de la cenefa, el S2 se ubicó a 25,9m y el S3 a 8,6 m de la cenefa de plomos.

Cálculo del porcentaje de abertura vertical de la malla central (%AMC).- Estuvo en función del velado de la red y las aberturas desarrolladas por la zona superior e inferior (**azs** y **azi**). La cobertura de la zona superior (**cms**) está en las primeras 2,75 bz de alto (5 m), la de la zona inferior (**cmi**) en las últimas 2,75 bz y la de la zona central (**cmc**) es toda la altura de la red menos las zonas anteriores. El %AMC, se determinó mediante la ecuación:

$$\% \text{AMC} = \left[\frac{\text{VS3} - (\text{azs} \cdot \text{cms}) - (\text{azi} \cdot \text{cmi})}{\text{cmc}} \right] \cdot 100$$

Donde:

VS3: Velado del sensor 3

cms: Cobertura de la zona superior

azs: Abertura de la malla en zona superior

cmi: Cobertura de la zona inferior

azi: Abertura de la malla en zona inferior

cmc: Cobertura de la zona central

REFERENCIA
 Dirección de Investigaciones en Pesca y Desarrollo Tecnológico
 Unidad de Tecnología de Extracción
 Lima, Perú

Embarcación Jesús Elizabeth I
 Et 10.65 m
 TRB 10
 hp 147

RED DE CERCO
 Red de cerco artesanal con garetta
 Peces costeros
 Tumbes, Perú

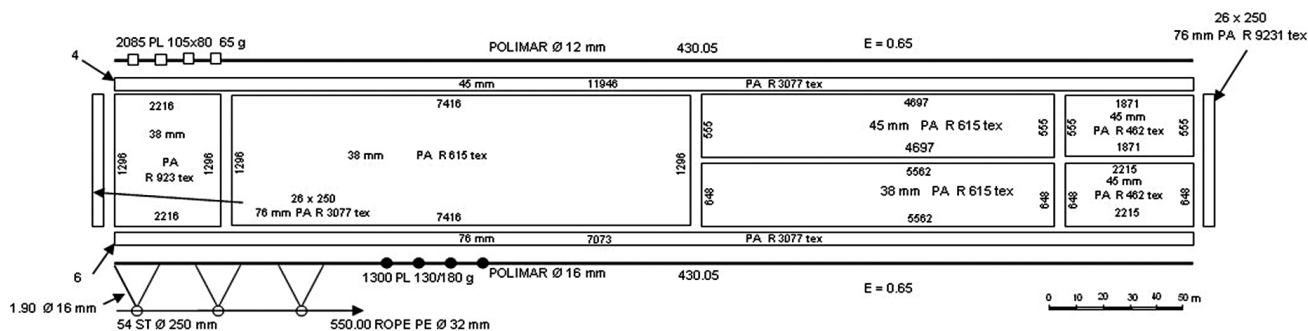


Figura 2.- Plano de red de cerco control 235 x 27bz de la E/P Jesús Elizabeth I

REFERENCIA
 Dirección de Investigaciones en Pesca y Desarrollo Tecnológico
 Unidad de Tecnología de Extracción
 Lima, Perú

Embarcación Gaviota III
 Et 9.14 m
 TRB 8.67
 hp 218

RED DE CERCO
 Red de cerco de garetta artesanal
 Peces costeros
 Tumbes, Perú

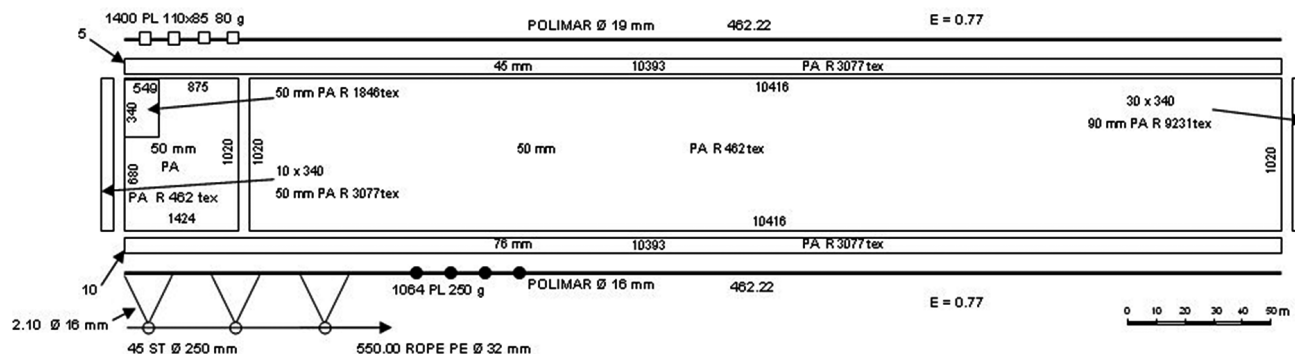


Figura 3.- Plano de red de cerco experimental 249,3 x 28,7bz de la E/P Gaviota III

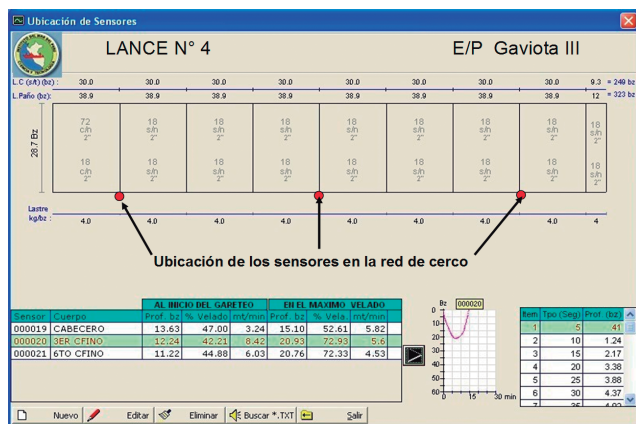


Figura 4.- Ubicación horizontal de los sensores Micrel



Figura 5.- Sensores en la red de cerco experimental

Calculo de la profundidad de calado o velado (Pc).

La profundidad máxima de calado es el punto más profundo que alcanza la red *i* en cada cuerpo *j* (copo y cuerpo central). Se plantea un ajuste logarítmico según la ecuación:

$$Pc_{i,j} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(t) + \varepsilon$$

El coeficiente de calado (**k**), es la relación entre la profundidad media de velado y la altura de tela estirada, determinándose un coeficiente o indicador del hundimiento en el cuerpo central.

$$k = Pc / HTE$$

Cálculo de la velocidad de hundimiento (Vh).- La velocidad de hundimiento por lance Vh se determinó a partir del tiempo que tarda cada cuerpo en obtener su calado máximo. Se realizó la estimación de Vh en diferenciales de tiempo de 5 s, utilizando la siguiente expresión matemática:

$$Vh = \frac{\Delta(Pc_2 - Pc_1)}{\Delta(t_2 - t_1)}$$

Luego se realiza el ajuste logarítmico de la velocidad Vh alcanzada por la red *i* en cada cuerpo *j* en función del tiempo *t*, según la expresión:

$$Vh_{i,j} = \beta_0 + \beta_1 * \ln(t) + \varepsilon$$

Comparación de curvas de profundidad y velocidad de hundimiento.

Las curvas ajustadas de profundidad y velocidad se comparan mediante el test de pendientes, con la finalidad de determinar estadísticamente las similitudes funcionales entre el desempeño

de ambas redes en sus respectivos cuerpos, bajo las siguientes hipótesis:

$$H_0 : \beta_1 red_1 = \beta_1 red_2$$

$$H_1 : \beta_1 red_1 \neq \beta_1 red_2$$

Utilizando el estadístico de prueba:

$$t_c = \frac{(\beta_1 red_1 - \beta_2 red_2)}{\sqrt{S_c^2 * (\frac{1}{SSXred_1} + \frac{1}{SSXred_2})}}$$
 Siendo

$$S_c^2 = \frac{(SSEred_1 + SSEred_2)}{n_1 + n_2 - 4}$$

Donde:

SSXred_i : Suma de cuadrados de X de la red_i

β₁red_i : Pendiente de la recta de la red_i

SSEred_i : Suma de cuadrados del error de la red_i

S_c²: Varianza combinada de los dos grupos

n_i : numero de muestras de la red_i

Como regla de decisión se comparó el estadístico de prueba t_c calculado con el valor crítico tabular t* definido por t* = t(1-∞/2n₁+n₂-4), con ∞ del 5%, además de la probabilidad del estadístico t_c comparado con p = 0,05.

Se utilizó un software de comportamiento de la red de cerco, donde se representa todos los datos analizados en una simulación de cada operación de pesca (Fig. 6)

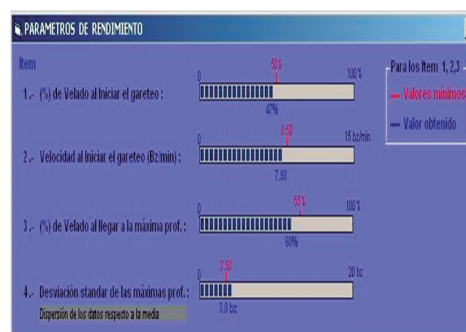
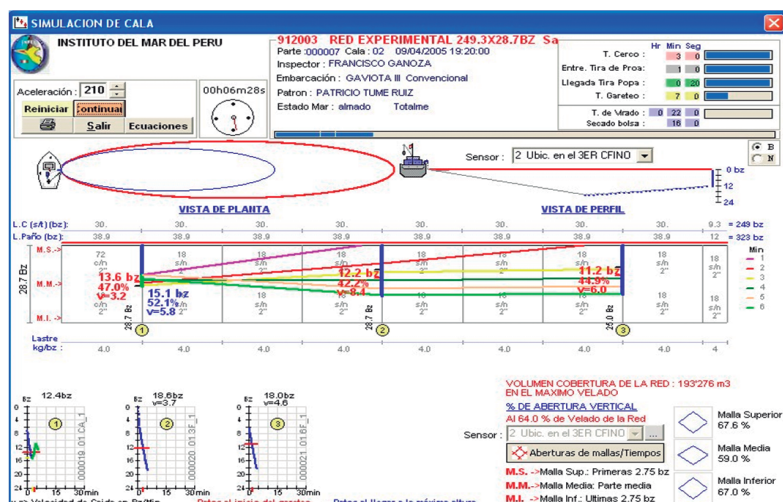


Figura 6.- Presentación principal del software durante la simulación de la operatividad de la red

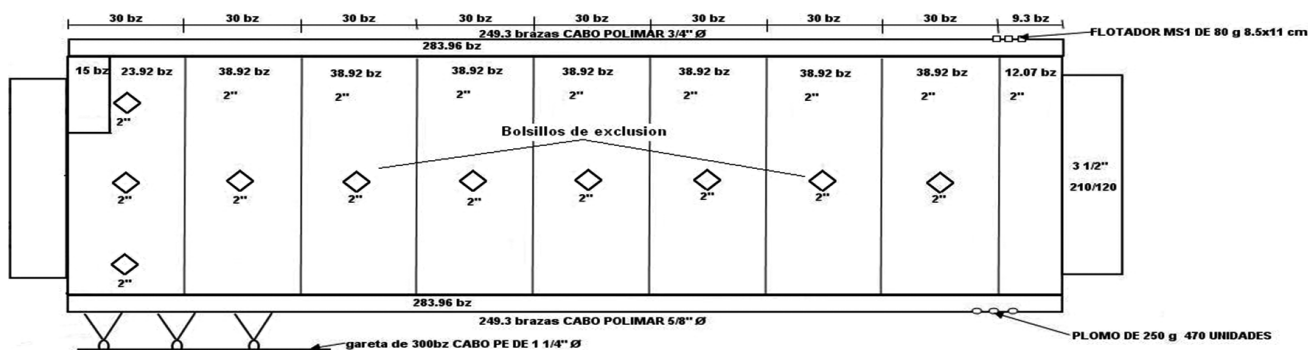


Figura 7.- Distribución de los bolsillos de retención de peces

Bolsillos de retención.- Con el objeto de observar la exclusión de los peces en las diferentes partes de la red se construyeron diez (10) bolsillos de retención de 1,85 m de largo con 0,80 m por lado, colocando tres en el cabecero (superior, medio e inferior) y siete distribuidos en cada uno de los cuerpos (parte media) (Fig. 7).

Sistema de pesca: Redes de cerco con jareta

Diseño y condiciones de operación.- El diseño de las redes de cerco esta en relación al comportamiento y morfología de las especies, la velocidad de desplazamiento de los cardúmenes y la interrelación con las condiciones técnicas y físicas de las redes, como el de asegurar el despliegue vertical de la red (pared), la velocidad de hundimiento y cierre del arte, con el objeto de capturar los cardúmenes y evitar su evasión por las diferentes puertas de escape que se forman en el transcurrir de la operación (Fig. 8).

Para que se aplique este sistema de pesca se necesita que en la zona haya una alta concentración de peces. Este arte se caracteriza por su gran poder de pesca (gran rendimiento en capturas masivas).

Etapas de la operación de pesca

Búsqueda y tendido.- Durante las horas diurnas se realiza un rastreo acústico de la zona visualizando en el ecosonda los ecotrazos de cardúmenes. Se observa complementariamente la sinuosidad, profundidad y si el fondo está libre de trabas (rocas).

En la noche se realiza un rastreo acústico de las zonas probables de pesca, solo cuando hay luz de luna se mantiene prendida la ecosonda, ante ausencia de luna (oscurana) no se permite ninguna fuente de luz en el puente, salvo la estrategia desarrollada por el patrón de pesca que va lanzando destellos intermitentes de luz hacia el mar. Se cuenta con personal vigía que comunica sobre blancos en la superficie del mar, rumbo, velocidad, comportamiento, especie e inclusive tamaño del pez de acuerdo a sus experiencias; también se basa en la visualización discontinua del ecosonda

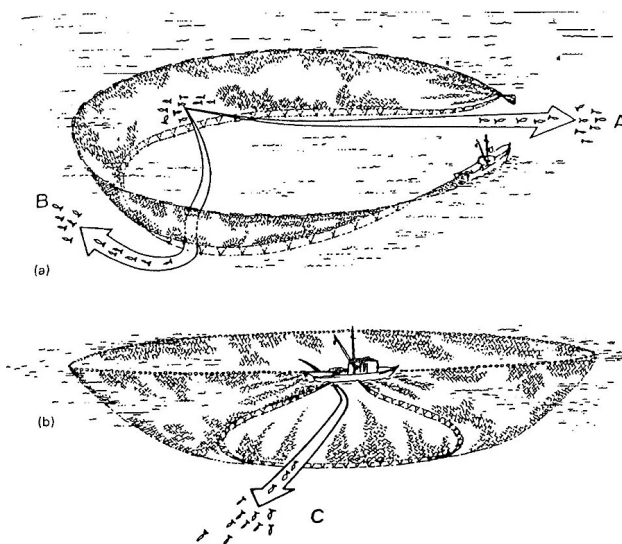


Figura 8.- Cardúmenes en diferentes puertas de escape de la red

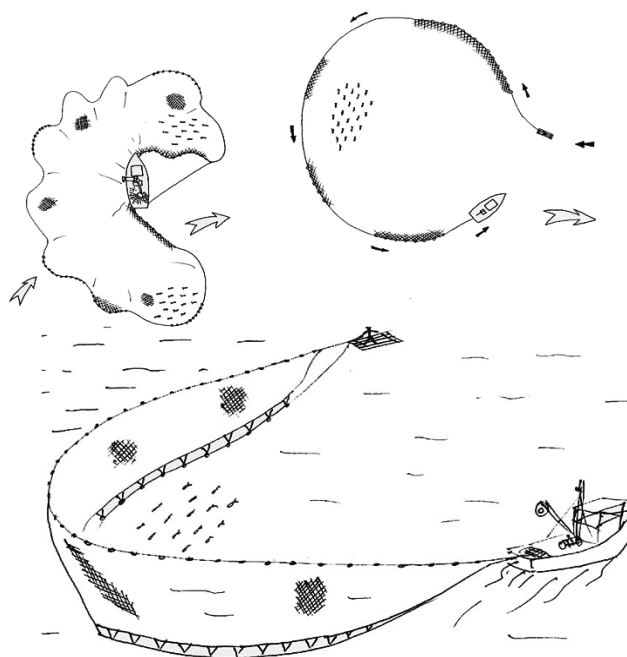


Figura 9.- Operación de tendido de la red de cerco

cuando los peces están entre dos aguas. Una vez determinada las características del cardumen y las condiciones de la zona, el patrón de pesca toma la decisión de encerrar el cardumen objetivo, lanzando la balsilla, seguida de la red formando un cerco de forma circular, procurando terminar el calado con toda la red en el agua y el banco de peces rodeado por el paño. Lo ideal es terminar por el extremo del cabecero o matorador, de manera que se pueda cobrar rápidamente ese extremo e iniciar el cobrado de la garetá; el calado de la red termina cuando la embarcación se une con la balsilla. Procuraron siempre terminar el calado completo de la red de forma que el viento o corriente aleje la embarcación de la red (Fig. 9).

Cierre.- El cierre empieza al subir a bordo la tira de popa y la garetá, pasándola por la pasteca del pescante y luego se lleva al winche, a la vez se cobra la tira de popa hasta que queda fija en popa y se dispone del winche tradicional de cerco de dos cabezales, luego se cobra los dos extremos de la garetá con las dos poleas del pescante. En esos momentos la red todavía no se cierra y se tiene una amplia abertura (puertas de escape) entre los extremos del cabecero y el ala y se tiene la posibilidad que una parte de los peces escapen. Es por ello, que esta operación se realiza lo más rápido posible, algunas veces se utiliza el ruido para alejar a los peces de las puertas o camino de escape y cuando hay oscuridad se lanza una lámpara (buzo) la que se enciende intermitentemente. La maniobra de cierre finaliza cuando la garetá se iza y las anillas llegan al pescante (Fig. 10).

Cobrado y envase de captura.- El proceso de cobrado de la red se inicia cuando se detiene el winche, se aseguran las anillas al pescante y se comienza a izar el extremo del ala de la red a través del macaco; una vez distribuidos los pescadores en la cubierta de trabajo se acomodan las líneas de flotadores, plomos y patas de gallo, uniformemente a cada banda quedando en la parte central dos o tres hombres que estiban el paño.

Esta operación, se realiza liberando una a una las anillas acomodándolas luego de pasarlas por el macaco, el virado prosigue hasta tener en el agua el cabecero con la captura (Fig. 11). Se procede a colocar la captura en la bodega usando el chinguillo (Fig. 12) y se reinician las actividades para el siguiente lance.

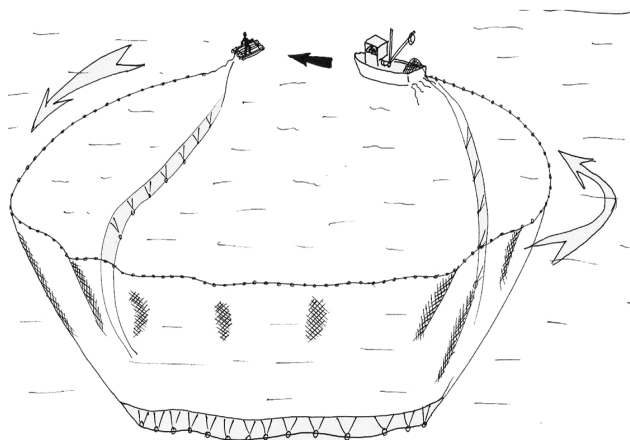


Figura 10.- Operación de cierre de la red de cerco

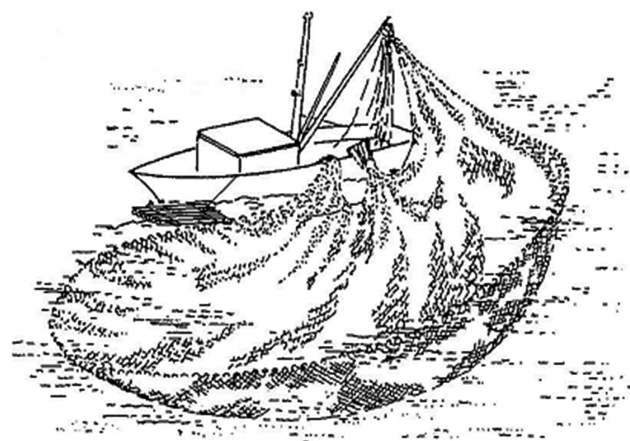


Figura 11.- Operación de cobrado o secado de la red



Figura 12.- Chinguillo (arriba), envase de captura

Aspectos biológicos

Composición por especies.- En cada lance se separaron los ejemplares capturados por especie, y luego se registró el peso de los ejemplares por especie y por lance.

Estructura por tamaños.- La estructura específica por tallas de las capturas y por lance, se realiza mediante mediciones de la longitud total y perímetro de los ejemplares (Fig. 13). Los resultados permitirán conocer la longitud promedio por lance, identificar los principales grupos modales y la incidencia porcentual de ejemplares juveniles de cada especie capturada.

3. RESULTADOS

Situación de la pesca de la flota artesanal en Tumbes en el primer trimestre 2005

La flota cerquera artesanal que opera en la región Tumbes, en el primer trimestre del 2005 desembarcó 1.326,2 t; porcentualmente se registró en Caleta Cancas 50,4% (669,0 t), seguido de Zorritos 29,9% (396,6 t), La Cruz 19,4% (257,8 t) y Acapulco 0,2% (2,8 t); cabe destacar que en las caletas de Pto Pizarro y Grau no se registraron desembarques de dicha flota (Tabla 3).

Los volúmenes de desembarque se incrementaron en los tres primeros meses en la zona de Cancas, mientras que en Zorritos y La Cruz disminuían, en Acapulco solo se registro desembarques a partir de marzo. En abril las condiciones oceanográficas no fueron favorables para la pesca.

Las principales especies desembarcadas fueron chiri P. (42,1%) capturado básicamente frente a la Caleta Cancas, botellita (15,2%), barrilete (12,6%), manta (6,5%), caballa (5,9%), bereche (5,6%), pez hojita (4,1%), tuno (3,5%) y otras especies que totalizaron el 4,6 de la captura (Tabla 4). Las especies como cachema, machete, lisa y suco presentaron porcentajes de desembarques inferiores al 0,7%.

Operaciones de pesca

Se efectuaron 40 operaciones de pesca en las E/P Jesús Elizabeth I (60%) y Gaviota III (40%), usando redes de cerco con tamaño de malla de 1,5" y 2", respectivamente; las que trabajaron desde el dominio marítimo del norte de Perú hasta Máncora, realizándose el 48% y el 52% de las operaciones dentro y fuera de las 5 mn respectivamente, a profundidades entre 9 y 37 bz, con temperatura superficial del mar entre 21,7 y 28,1 °C (Tablas 5, 6, 7).

Captura

Captura por embarcación y distancia de costa.- Se capturó 12.097,4 kg, la E/P Jesús Elizabeth I logró capturar 4.792,00 kg, registrando sus mejores capturas fuera de las 5 mn (3.750 kg), dirigidas a la pesca del machete de hebra (*Opistonema libertate*) y tuno (*Thunnus albacares*); la E/P Gaviota III capturó 7.305,50 kg, logrando sus mejores capturas dentro de las 5 mn (6.777,00 kg) básicamente en la pesca del chiri P (*Peprilus medius*) (Fig. 14).

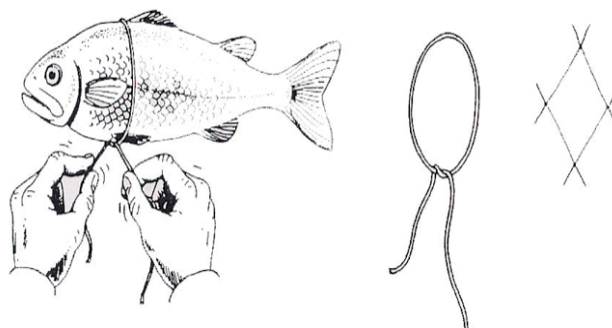


Figura 13.- Toma de medidas de peces

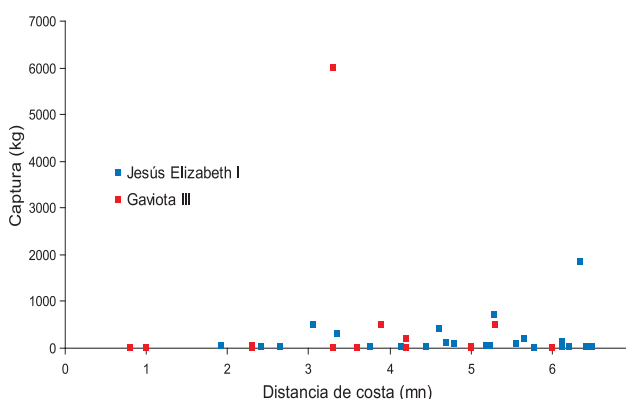


Figura 14.- Captura de las embarcaciones según distancia de costa

Tabla 3.- Desembarque (t) de recursos costeros por caletas, primer trimestre 2005

Meses	Lugares de desembarque en la Región Tumbes				Total
	La Cruz	Zorritos	Acapulco	Cancas	
Enero	148,5	172,7	0,0	27,0	348,2
Febrero	86,1	145,3	0,0	239,2	470,6
Marzo	23,2	78,6	2,8	402,7	507,4
Total	257,8	396,6	2,8	669,0	1.326,2
Porcentaje (%)	19,4	29,9	0,2	50,4	

Fuente: IMARPE Tumbes

Tabla 4.- Desembarque de especies por caletas

Especies	La Cruz	Zorritos	Acapulco	Cancas	TOTAL	(%)
Barrilete	37,9	129,1			166,9	12,6
Bereche	44,0	18,1		12,0	74,1	5,6
Botellita	65,2	78,8		58,0	202,1	15,2
Caballa	0,6	5,7	1,8	70,4	78,5	5,9
Chiri P	3,3	45,9	0,7	508,5	558,4	42,1
Manta	49,8	35,7		0,1	85,6	6,5
Pez Hojita	16,9	37,2			54,1	4,1
Tuno	17,5	28,7			46,2	3,5
Otros*	22,6	17,4	0,4	19,9	60,3	4,6
TOTAL					1.326,2	

*Otros: Bonito, cachema, machete, jurel ojón, barrilete negro, sierrilla, pez cinta, pardo, callana, ofensivo, pota, fortuna, bacha, corvina cherele, aguja blanca, chumbo, sierra, roncadador, páramo, espejo, cometrupo, pez coche, aguja verde, chiri H, pámpano toro, guavina, lisa

Tabla 5.- Operaciones de pesca y captura total según zona y embarcaciones

E/P	>5 mn		<5 mn		Total		%	
	Lance (Nº)	Captura (t)	Lance (Nº)	Captura (t)	Lance (Nº)	Captura (t)	Lance	Captura
Jesús Elizabeth I	9	1.042	15	3 750	24	4.792	60	40
Gaviota III	10	6.777	6	525	16	7.302	40	60
Total	19	7.819	21	4 275	40	12.094		
%	48	65	52	35				

Tabla 6.- Faenas de pesca de la E/P Jesús Elizabeth I, abril 2005

Día	Cala	Zona de pesca	DC (mn)	Posición		TSM (°C)	Prof (bz)	Topes (bz)	Tipo trazo	Tiempo de faena			Captura (kg)		
				Lat	Long					Inicio	Fin	Total			
04-05	1	P. Hermosa	5	3	29,52	80	34,56	26,9	15	Blancor	19:42	21:30	01:48	700,0	
04-05	2	Pta Malpelo	3	3	29,67	80	32,60	26,9	11	Blancor	22:53	23:49	00:56	500,0	
04-05	3	Pta Malpelo	3	3	28,40	80	30,14	27,5	9	Blancor	00:41	01:39	00:58	300,0	
07-08	1	La Cruz	6	3	31,92	80	36,75	27,8	17	6	P	06:11	07:10	00:59	70,5
07-08	2	La Cruz	5	3	31,88	80	35,65	27,9	13	5	P	07:51	08:49	00:58	89,0
08-09	1	La Cruz	6	3	31,00	80	37,06	28,1	19	Blancor	00:27	01:50	01:23	1836,0	
09-10	1	P. Hermosa	6	3	29,56	80	36,00	27,9	19	6	P	23:23	00:02	00:39	21,5
10-11	1	Pta Malpelo	4	3	28,73	80	32,41	27,9	13	8	M	06:32	08:30	01:58	18,6
11-12	1	La Cruz	6	3	32,00	80	37,88	26,9	20	10	P	01:23	02:08	00:45	26,0
11-12	2	P. Hermosa	6	3	29,16	80	35,24	26,9	18	8	P	04:06	05:01	00:55	20,0
12-13	1	P. Hermosa	5	3	29,21	80	33,75	26,9	14	Blancor	02:16	02:55	00:39	109,6	
12-13	2	P. Hermosa	4	3	30,07	80	34,00	26,9	13	0-2	P	05:59	06:47	00:48	38,2
12-13	3	Playa Hermosa	4	3	31,68	80	34,67	26,9	11	5	M	07:16	07:49	00:33	39,8
13-14	1	Zorritos	4	3	37,14	80	41,54	26,9	17	Blancor	22:55	23:33	00:38	33,0	
13-14	2	Bocapán	2	3	41,91	80	47,00	27,0	21	Blancor	03:07	03:46	00:39	34,5	
14-15	1	Caleta Mero	3	3	46,55	80	50,79	26,9	19	14	P	22:59	23:50	00:51	30,0
14-15	2	Acapulco	2	3	44,00	80	48,21	26,9	17	7-11	M	07:16	08:24	01:08	48,3
15-16	1	Grau	5	3	35,47	80	40,00	27,7	17	Blancor	01:58	02:34	00:36	409,5	
15-16	2	La Cruz	6	3	32,7	80	37,56	27,7	17	10-13	P	06:13	06:57	00:44	190,0
16-17	1	La Cruz	6	3	33,54	80	39,06	27,7	19	6-10	M	05:50	06:48	00:58	142,6
16-17	2	La Cruz	6	3	33,0	80	38,00	27,9	17	5-6	M	07:23	08:02	00:39	11,5
16-17	3	La Cruz	5	3	32,29	80	36,69	27,9	15	12	P	08:35	09:18	00:43	53,0
17-18	1	La Boca	5	3	26,0	80	30,81	27,9	14	6	M	02:44	03:30	00:46	49,9
17-18	2	La Boca	6	3	27,14	80	30,75	27,9	13	9-10	M	06:04	06:47	00:43	20,4

Tabla 7.- Faenas de pesca de la E/P Gaviota III

Día	Cala	Zona de pesca	DC (mn)	Posición		TSM (°C)	Prof (bz)	Topes (bz)	Tipo trazo	Tiempo de faena			Captura (kg)		
				Lat	Long					Inicio	Fin	total			
04-05	1	Pta. Picos	6	3	40,6	80	49,39	27,1	34	Blancor	19:26	20:05	00:39	0	
04-05	2	Pta. Picos	5	3	38,3	80	48,77	26,9	37	Blancor	21:56	22:36	00:40	1	
04-05	3	Fte. Cal. Mero	4	3	48,5	80	52,32	27,7	35	8-12	M/P	10:57	11:41	00:44	0
09-10	4	P. Hermosa	5	3	30,7	80	35,18	27,1	21	Blancor	19:20	19:53	00:33	20	
09-10	5	P. Hermosa	5	3	29,6	80	34,8	27,1	32	8-12	M/P	11:02	11:38	00:36	500
10-11	6	Fte. La Cruz	4	3	36,6	80	41,83	26,8	21	Blancor	19:13	19:50	00:37	190	
10-11	7	Fte. Cal. Mero	5	3	50,0	80	54,34	21,7	30	6-10	P	21:40	22:16	00:36	0
10-11	8	Fte. Máncora	1	4	4,7	81	3,51	23,5	32	7-12	P	03:07	03:50	00:43	10
11-12	9	Pta. Picos	5	3	42,6	80	50,79	26,0	32	4-8	M/P	23:10	23:51	00:41	4
12-13	10	Fte. Bocapán	3	3	53,4	80	56,55	25,0	29	Blancor	03:35	04:34	00:59	6000	
13-14	11	Fte. Bocapán	2	3	54,3	80	56,07	25,0	26	Blancor	22:00	22:35	00:35	50	
14-15	12	Fte. Punta Mero	4	3	51,0	80	55,26	25,0	22	6-10	M/P	23:18	23:58	00:40	2
15-16	13	S. Pta. Picos	2	3	45,5	80	49,81	27,6	18	5-8	P	23:33	00:11	00:38	11,5
16-17	14	Fte. Zorritos	3	3	39,4	80	45,27	27,4	23	8-10	P	17:18	17:55	00:37	10
16-17	15	Fte. Cal. Mero	4	3	50,2	80	53,5	26,9	28	6-10	M/P	21:13	22:05	00:52	500
16-17	16	Fte. Cancas	1	3	56,7	80	57,32	26,9	33	14-18	P	08:18	08:57	00:39	7

Captura según embarcación y zona de pesca.- La E/P Jesús Elizabeth I tuvo como puerto base Caleta Cruz, realizó 24 lances de pesca, operando frente a La Cruz (2.418,6 kg), Playa Hermosa (929,1 kg), frente a Pta. Malpelo (888,9 kg) y Grau (409,5 kg). La E/P Gaviota III con puerto base en Cancas efectuó 16 faenas de pesca, operando frente a Bocapán (6.050 kg), Playa Hermosa (520 kg), Caleta Mero (502 kg) y frente a La Cruz (190 kg) (Tabla 8).

Composición de captura por especie.- Se capturó 36 especies, las de mayor captura fue chiri P (*Peprilus medius*) con 6.098,0 kg (50,4%) y machete de hebra (*Opisthonema libertate*) con 3.600,5 kg (29,8%) las demás especies se dan en la Tabla 9.

Captura por especie y zona de pesca

Chiri P (*Peprilus medius*).- En el periodo de estudio el mayor volumen de captura se registró al sur de Tumbes, frente a Bocapán (6.050,0 kg) con tallas entre 10 a 25 cm, a diferencia de los capturados frente a La Cruz y Playa Hermosa cuyas tallas variaron entre 21 y 28 cm (Fig. 15).

Machete de hebra (*Opisthonema libertate*).- Se usa como carnada por los pescadores espineleros de Cancas y Máncora, su captura se realizó frente a La Cruz (1.978,2 kg), Pta. Malpelo (782,3 kg) y Playa Hermosa (710,0 kg), con longitudes entre 15 y 30 cm, destacando los ejemplares con tallas superiores a 22 cm (Fig. 16).

Sierrilla (*Oligoplites saurus*).- Especie considerada descartada, se capturó frente a Playa Hermosa (470,0 kg) y La Cruz (162,0 kg), con tallas entre 19 y 35 cm (Fig. 17).

Pez hojita (*Chloroscombrus orqueta*).- La mayor captura fue frente a Caleta Mero (500,0 kg) con tallas entre 13

a 19 cm y frente a La Cruz (73,5 kg) con tallas entre 18 a 24 cm (Fig. 18)

Tuno (*Thunnus albacares*).- El único registro de captura se presentó frente a Caleta Grau (286 kg), su captura requiere de habilidad del patrón de pesca para cercar al recurso; también se detectó frente a La Cruz y Playa Hermosa.

Aguja blanca (*Sphyræna idiaestes*).- Es la especie más apreciada debido a su valor económico; sus volúmenes de captura fueron bajos, presentándose frente a La Cruz (101,0 kg) y Playa Hermosa (31,5 kg); la talla varió entre 34 y 55 cm.

Comportamiento dinámico del arte de pesca

Tiempo en el proceso del cerco.- El tiempo de cerco, definido como el periodo desde que cae la balsilla al mar hasta que cae el último cuerpo de popa, registró un promedio total de 3,44 min, variando de 3 a 7 minutos en la E/P Jesús Elizabeth I y de 2 a 6 min en la Gaviota III (Tabla 10, Fig. 19).

Tiempo de arrojado de la tira de popa.- Este tiempo es definido como el lapso desde la caída del último cuerpo de la red hasta que la embarcación deja de soltar la tira de popa; en promedio demoró 1 min; si durante la faena de pesca se cala parte de la red, el tiempo de arrojado de tira de popa es de 0 min (Tabla 10, Fig. 20).

Tiempo de llegada de la cuba de popa.- El tiempo se inicia al empezar el gareteo y finaliza cuando la cuba de popa se engancha a la embarcación, fue en promedio 1,38 min. Como en el caso anterior al calar solo parte de la red se inicia inmediatamente el gareteo siendo el tiempo de llegada de la cuba de popa de 0 min (Tabla 10).

Tabla 8.- Capturas en kg de las E/P Jesús Elizabeth I y Gaviota III según zona de pesca

Zona	Jesús Elizabeth I	Gaviota III	TOTAL	%
Pta. Malpelo	888,9		888,9	7,3
Playa Hermosa	929,1	520,0	1449,1	12,0
La Cruz	2418,6	190,0	2608,6	21,6
Cal. Grau	409,5		409,5	3,4
Zorritos	33,0	10,0	43,0	0,4
Bocapán	34,5	6053,5	6088,0	50,3
Acapulco	48,3	13,0	61,3	0,5
Cal. Mero	30,0	502,0	532,0	4,4
Cancas		7,0	7,0	0,1
Máncora		10,0	10,0	0,1
TOTAL	4791,9	7305,5	12097,4	100

Tabla 9.- Captura (kg) por especies según embarcación de pesca

Nombre Común	Nombres Científicos	Jesús Elizabeth I	Gaviota III	TOTAL	%
OBJETIVO					
Chiri P	<i>Peprilus medius</i>	41,5	6056,5	6098,0	50,4
Machete de hebra	<i>Opistonema libertate</i>	3600,5	0,0	3600,5	29,8
Chiri H	<i>Hemicaranx zelotes</i>	282,0	8,5	290,5	2,4
Atun aleta amarillauno	<i>Thunnus albacares</i>	286,0	0,0	286,0	2,4
Agujilla blanca	<i>Sphyaena idiaestes</i>	79,5	69,0	148,5	1,2
DESCARTE					
Sierrilla	<i>Oligoplites saurus</i>	63,0	583,0	646,0	5,3
Aguja flauta o corneta	<i>Fistularia corneta</i>	20,0	1,5	21,5	0,2
Bagre	<i>Galeichthys panamensis</i>	71,0	0,0	71,0	0,6
Sardina Chata	<i>Opisthop terus dovi</i>	15,5	0,0	15,5	0,1
INCIDENTALES					
Pez hojita	<i>Chloroscombrus orqueta</i>	89,0	503,0	592,0	4,9
Aguja verde	<i>Strongylura exilis</i>	16,5	4,5	21,0	0,2
Agujilla roja	<i>Hemirhamphus saltator</i>	0,5	0,0	0,5	0,0
Anchoa plateada	<i>Anchovia macrolepidota</i>	15,0	3,5	18,5	0,1
Bacha	<i>Rhinoptera steidachneri</i>	28,5	0,0	28,5	0,2
Barbudo amarillo	<i>Polydactylus approximans</i>	4,3	0,0	4,3	0,0
Bereche	<i>Larimus pacificus</i>	3,8	0,0	3,8	0,0
Cachema	<i>Cynoscion analis</i>	10,7	3,5	14,2	0,1
Cometrapo	<i>Oligoplites altus</i>	2,8	0,0	2,8	0,0
Chiri lomo negro	<i>Peprilus snyderi</i>	16,5	0,0	16,5	0,1
Chumbo	<i>Caranx hippos</i>	0,0	0,5	0,5	0,0
Doncella	<i>Hemanthias peruanus</i>	2,0	0,0	2,0	0,0
Espejo	<i>Selene peruviana</i>	20,4	2,0	22,4	0,2
Falso Volador	<i>Prionotus stephanophrys</i>	11,0	5,5	16,5	0,1
Guavina	<i>Cynoscion stolzmanni</i>	15,0	0,0	15,0	0,1
Lenguado	<i>Paralichthys adspersus</i>	0,4	0,0	0,4	0,0
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	1,6	0,5	2,1	0,0
Merluza	<i>Merluccius gayi peruanus</i>	0,0	2,0	2,0	0,0
Morena	<i>Muraena spp.</i>	1,0	0,0	1,0	0,0
Ofensivo	<i>Conodon serrifer</i>	4,5	0,0	4,5	0,0
Ojon	<i>Selar crumenophthalmus</i>	1,3	0,0	1,3	0,0
Pampano	<i>Trachinotus paitensis</i>	8,8	44,0	52,8	0,4
Pampano toro	<i>Trachinotus kennedyi</i>	8,0	4,0	12,0	0,1
Pez cinta	<i>Trichiurus lepturus</i>	3,0	0,0	3,0	0,0
Pez sapo brujo	<i>Daector dowi</i>	0,0	3,0	3,0	0,0
Pez volador	<i>Fodiator acutus</i>	0,3	2,0	2,3	0,0
Sierra	<i>Scomberomorus sierra</i>	66,5	6,5	73,0	0,6
Suco	<i>Paralonchurus peruanus</i>	1,5	2,0	3,5	0,0
TOTAL		4791,9	7305,5	12097,4	100,0

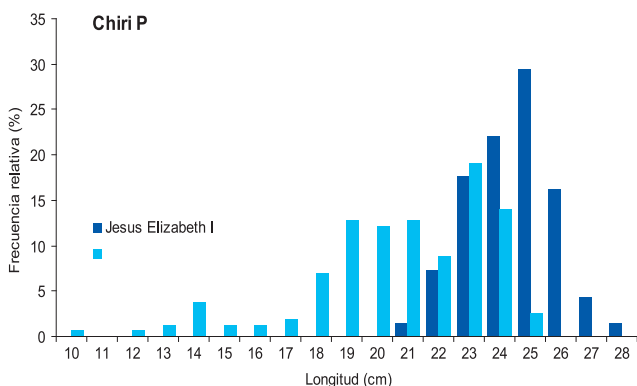


Figura 15.- Estructura de talla de chiri P

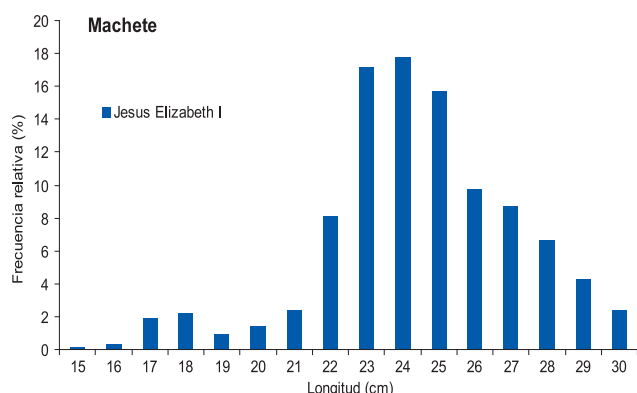


Figura 16.- Estructura de talla de machete de hebra

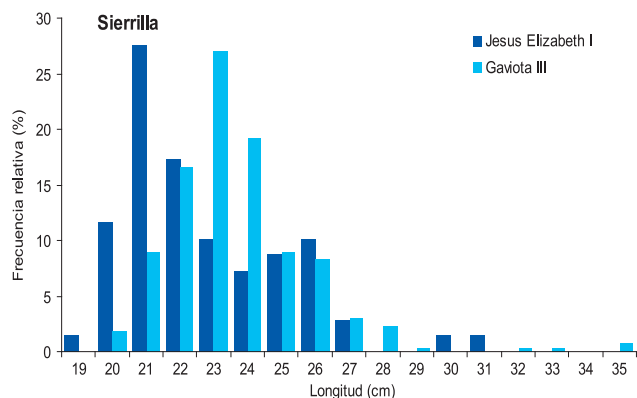


Figura 17.- Estructura de talla de sierrilla

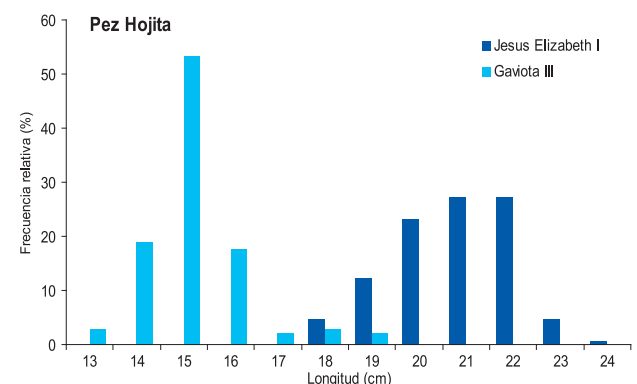


Figura 18.- Estructura de talla de pez hojita

Tiempo de gareteo.- Se inicia al cobrar la línea o garetta (ya sea la línea de proa, de popa o ambas a la vez) y finaliza cuando todas las patas o anillas se pegan a la borda de la embarcación, duró en promedio 6,25 min, presentando el máximo del tiempo en gareteo de 16 min la E/P Jesús Elizabeth I (Tabla 10, Fig. 21).

Tiempo de virado.- Se marcó al finalizar el gareteo (patas y anillas a bordo) y finalizó al terminar de recoger el cabecero, fue en promedio de 35,47 min, variando de 23,44 min a 1,5 h de la E/P Jesús Elizabeth I y de 22 a 26 min de la Gaviota III (Tabla 10, Fig. 22).

Tiempo de secado.- Se inicia al utilizar el chinguillo y finaliza al recoger la red a bordo, duró en promedio 13 min (Tabla 10).

Profundidad de calado y velocidad de hundimiento.- Para que la red llegue a profundidad de calado con cierta velocidad de hundimiento ocurren situaciones importantes, durante el tendido de la red la línea de garetta corre libre con la línea de plomos; en la etapa de encierro la dirección y magnitud de las cargas en la garetta afectan a la performance del cerco. En el plano horizontal, durante el encierro, la fuerza o tensión del cobrado de la garetta es transmitida al paño de la red mediante las anillas y las patas de gallo (bridas) creando áreas de extra tensión con la relinga de plomos localizados en los puntos de fijación de las bridas (BEN-YAMI, 1994).

Para la red control, la observación del máximo valor de profundidad de calado (parte central) fue 29,81 m (16,29 bz) representando el 60% de velado en una cala completa en zonas profundas. En áreas someras la cala fue ceñida (no se arrojó la totalidad de la red, gareteo rápido) presentó 49% de velado. La red experimental para una cala completa tuvo máxima profundidad de calado de 38,65 m (21,12 bz) representando 73% de velado. Para un lance ceñido su máximo velado fue de 24,41 m (13,34 bz) 46% de velado. Acorde con los registros de profundidad y tiempo, se determinó la velocidad de hundimiento de la red control en rango de 3,9 a 5,42 m/min y para la red experimental fue entre 3,76 a 8,7 m/min (Tablas 11, 12).

En las figuras 23 y 24, se observan las ecuaciones que representan la profundidad de calado de las redes y la velocidad de hundimiento de ellas, respectivamente.

Comparación de las curvas de profundidad y velocidad de hundimiento.- La comparación de las curvas de profundidad, estableció una diferencia entre la profundidad de calado del cuerpo central de las redes ($t_c = 46,670$, $t^* = 1,98$, $p = 0$), con una mayor profundidad de velado de la red experimental,

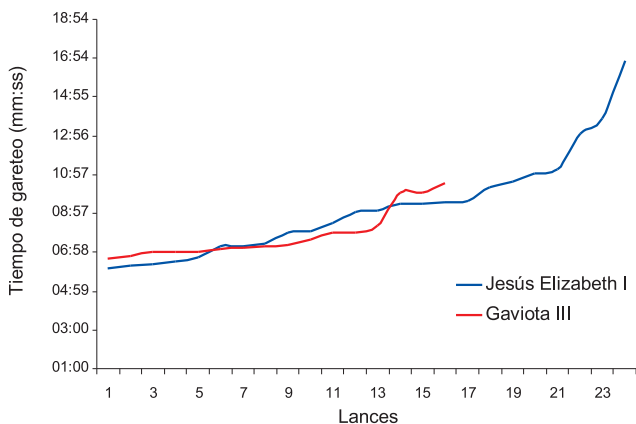


Figura 19.- Tiempo de cerco

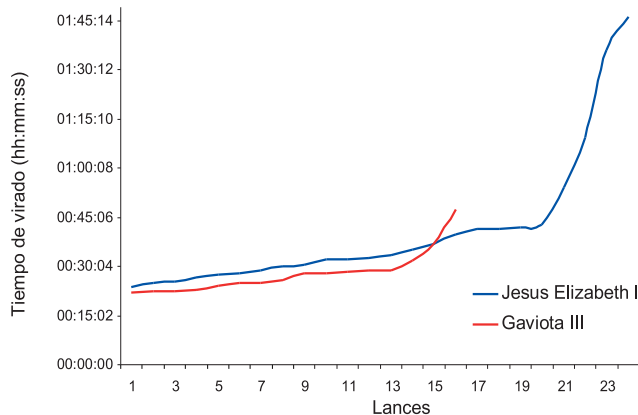


Figura 20.- Tiempo de entrega de tira de popa

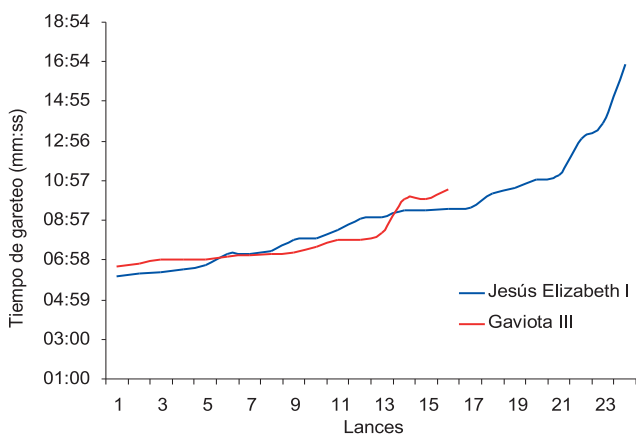


Figura 21.- Tiempo de gareteo

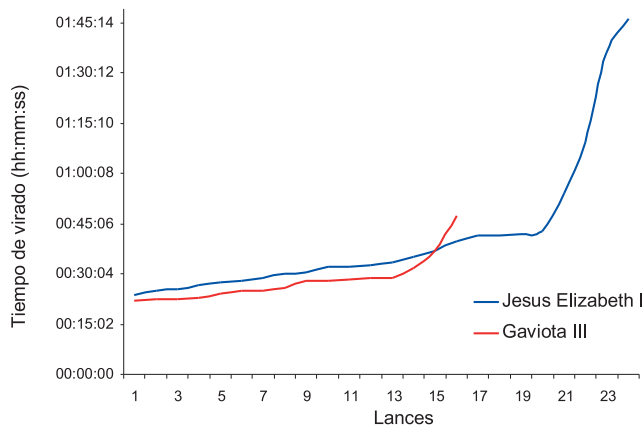


Figura 22.- Tiempo de virado

Tabla 10.- Tiempos durante la cala de las redes de cerco en estudio

Tiempos	Jesús Elizabeth I		Gaviota III		Total	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Promedio	Moda
Cerco	03:04	07:37	02:20	06:00	03:44	03:00
Arrojo de la tira de popa	00:00	01:46	00:00	02:00	01:10	01:00
Llegada de cuba de popa	00:00	04:30	00:00	01:54	01:38	01:51
Gareteo	06:10	16:48	06:40	10:30	06:25	13:39
Virado	23:44	01:46:37	22:00	26:03	35:47	28:00
Secado	00:18	43:04	12:00	21:36	13:17	03:00

Tabla 11.- Profundidad y velocidad de hundimiento de la red de cerco control 235x27bz, E/P Jesus Elizabeth I

Lance	Posición del sensor	En el inicio del gareteo					En el máximo velado			Profundidad del lugar	
		Profundidad		%	Velocidad (m/min)		Profundidad		%	bz	m
		bz	m	Velado	m/min	bz/min	bz	m	Velado		
4*	Cabecero de proa	11,44	20,94	42	2,71	1,48	14,03	25,67	52	17	31
	Central	12,32	22,55	46	4,52	2,47	16,18	29,61	60		
	Ultimo cuerpo	9,5	17,39	35	6,24	3,41	10,54	19,29	39		
5**	Cabecero de proa	6,66	12,19	25	0,8	0,44	11,95	21,87	44	13	24
	Central	11,66	21,34	43	5,42	2,96	13,31	24,36	49		
	Ultimo cuerpo	9,28	16,98	34	6,54	3,57	9,34	17,09	35		
6*	Cabecero de proa	9,13	16,71	34	0,96	0,52	18,47	33,80	68	19	35
	Central	15,74	28,80	58	3,9	2,13	16,29	29,81	60		
	Ultimo cuerpo	7,68	14,05	28	3,02	1,65	9,66	17,68	36		

*Lance completo, **lance ceñido

Tabla 12.- Profundidad y velocidad de hundimiento de la red experimental 249,3x28,7bz E/P Gaviota III

Lance	Posición del sensor	En el inicio del gareteo			En el máximo velado			Prof. del lugar			
		Profundidad bz	m	(% Velado)	Velocidad (m/min) m/min	bz/min	Prof bz	m	(% Velado)		
4*	Cabecero de proa	13,63	24,94	47	3,24	1,77	15,10	27,63	52	21	38
	Central	12,24	22,40	42	8,42	4,60	20,93	38,30	72		
	Ultimo cuerpo	11,22	20,53	45	6,03	3,30	20,76	37,99	83		
7*	Cabecero de proa	19,15	35,04	66	3,59	1,96	22,86	41,83	79	30	55
	Central	17,85	32,67	62	8,7	4,75	21,26	38,91	73		
	Ultimo cuerpo	11,92	21,81	48	10,32	5,64	15,94	29,17	64		
8*	Cabecero de proa	14,42	26,39	50	7,19	3,93	14,42	26,39	50	32	59
	Central	13,18	24,12	45	7,9	4,32	18,68	34,18	64		
	Ultimo cuerpo	9,23	16,89	37	8,86	4,84	12,64	23,13	51		
9*	Cabecero de proa	15,1	27,63	52	4,85	2,65	16,79	30,73	58	32	59
	Central	17,87	32,70	62	7,43	4,06	21,12	38,65	73		
	Ultimo cuerpo	14,07	25,75	56	8,76	4,79	21,12	38,65	84		
10*	Cabecero de proa	19,37	35,45	67	6,83	3,73	19,48	35,65	67	29	53
	Central	15,98	29,24	55	8,38	4,58	19,94	36,49	69		
	Ultimo cuerpo	9,88	18,08	40	8,17	4,46	15,34	28,07	61		
11**	Cabecero de proa	6,82	12,48	24	1,09	0,60	10,54	19,29	36	26	48
	Central	9,16	16,76	32	3,76	2,05	11,8	21,59	41		
	Ultimo cuerpo	9,23	16,89	37	7,22	3,95	9,77	17,88	39		
12**	Cabecero de proa	5,93	10,85	20	2,41	1,32	9,13	16,71	31	22	40
	Central	8,99	16,45	31	4,58	2,50	9,38	17,17	32		
	Ultimo cuerpo	3,17	5,80	13	1,66	0,91	4,6	8,42	18		
13**	Cabecero de proa	10,43	19,09	36	3,41	1,86	11,72	21,45	40	18	33
	Central	13,23	24,21	46	4	2,19	13,34	24,41	46		
	Ultimo cuerpo	8,4	15,37	34	7,46	4,08	10,87	19,89	43		

* Lance completo, ** lance ceñido

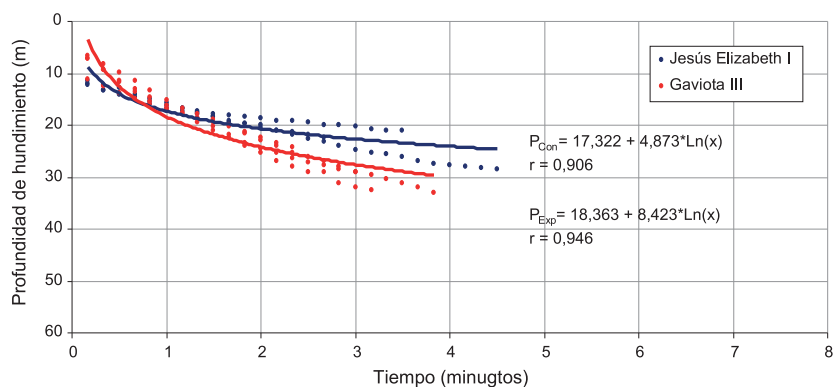


Figura 23.- Curvas de profundidad de calado de las E/P Jesus Elizabeth I y Gaviota III

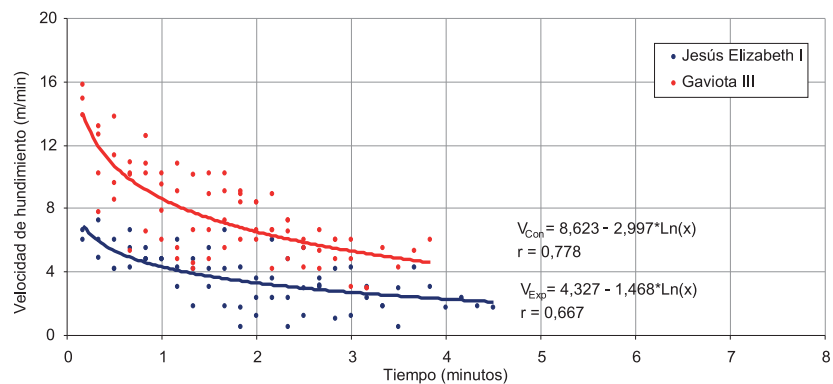


Figura 24.- Curvas de velocidad de hundimiento de la E/P Jesus Elizabeth I y Gaviota III

posiblemente debido a la estrategia de pesca que pudo estar influenciada por el tipo de calado (completas o ceñido). La batimetría de la zona de pesca es otro factor que influye en la dinámica de la profundidad de hundimiento, la cual limitó una mayor profundidad y caída de la red de la E/P Jesús Elizabeth I.

En la comparación de las curvas de velocidad, se determinó una diferencia significativa en la velocidad de caída del cuerpo central de las redes ($t_c = 7,790$, $t^* = 1,98$, $p = 0$), debido al mayor lastre y filtrado de las mallas de la red experimental.

Porcentaje de abertura vertical y horizontal de mallas en la red experimental.- El porcentaje de abertura de las mallas en la franja superior e inferior de la parte central de la red en la etapa de tendido se obtuvo con los sensores dispuestos en línea vertical. Se observan dos situaciones marcadas, una desde el primer momento de velado del sensor hasta el 50% donde las mallas de la franja inferior tienen mayor porcentaje de abertura vertical en comparación con las mallas de la franja superior, luego se observa un punto de inflexión y de inmediato se presenta el sentido inverso pero con menos diferencia en los valores

de la abertura vertical de las mallas en la franja superior (Fig. 25). Con la interrelación de la curva de ajuste en sentido vertical y los datos de los sensores en sentido horizontal, se construyó el escenario completo del comportamiento de las mallas en los diferentes tiempos (inicio de gareteo, máximo velado/gareteo, fin de gareteo) y partes de la red (cabecero, centro y ultimo cuerpo) Tabla 13.

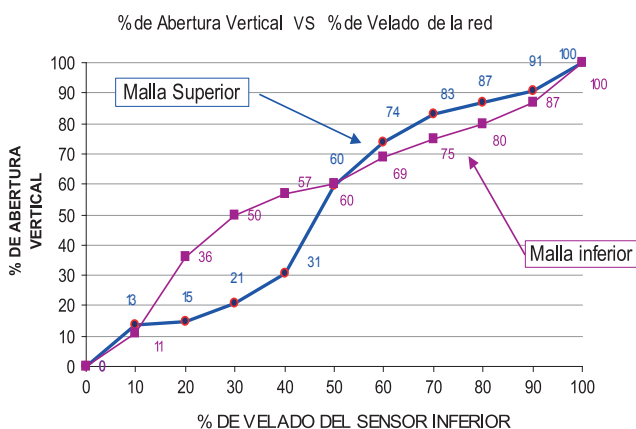


Figura 25.- Curvas de las mallas superiores e inferiores de la parte central de la red

Tabla 13.- Porcentaje de abertura vertical de la malla de la red de cerco experimental

Lance	Tiempo	Sensor cabecero de proa			Sensor central			Sensor en el ultimo cuerpo		
		Malla Superior	Malla central	Malla inferior	Malla Superior	Malla central	Malla inferior	Malla Superior	Malla central	Malla inferior
L4	Inicio gareteo	62,6	49,2	61,6	34,6	40	57,2	42,5	42,1	58
	Máximo velado/gareteo	62,8	49,6	61,8	74,4	62,4	67,5	79,5	74,3	74
	Fin gareteo	0	26	0	38	45	100	38	57,6	100
L7	Inicio gareteo	86,3	77,6	79,2	74,8	58,3	69,5	48	43,6	58,6
	Máximo velado/gareteo	86,4	77,8	79,3	64,9	55,1	59	74,3	58,4	68,4
	Fin gareteo	0	28,5	0	38	41,2	100	38	28,6	100
L8	Inicio gareteo	58,4	47,1	59,7	43,3	42,6	58,1	26,9	34,5	53,9
	Máximo velado/gareteo	59,1	47,4	59,9	71,5	56,8	65,7	52,3	41,1	52
	Fin gareteo	38	17,8	100	38	40,1	100	38	21,1	100
L9	Inicio gareteo	70,5	54,8	69,5	71	58,3	70	70,4	51,2	69,4
	Máximo velado/gareteo	70,7	54,9	69,7	70	68,3	70	75,7	77,2	75,7
	Fin gareteo	0	11,3	0	38	36,1	100	38	50,2	100
L10	Inicio gareteo	71,6	65,6	71,3	70,3	51	69,3	68,3	30,7	63,6
	Máximo velado/gareteo	71,4	65,9	71,1	66	62,6	65,9	65,1	53,8	64,3
	Fin gareteo	38	27,6	100	38	38,5	100	38	17,5	100
L11	Inicio gareteo	66,9	29,2	61,2	66	23,8	57,6	68,2	31,1	63,8
	Máximo velado/gareteo	67,6	29,5	61,6	55,1	27,5	52,1	68,5	31,2	64
	Fin gareteo	0	4,4	0	38	6,8	100	0	7,3	0
L12	Inicio gareteo	65,1	23,8	57	65,9	23,6	57,4	53,6	8,9	41,8
	Máximo velado/gareteo	66	24,1	57,8	61,6	23,2	54,3	55,6	9,2	4,3
	Fin gareteo	0	0	0	38	0	100	0	0	0
L13	Inicio gareteo	68,5	33,9	64,6	69,3	39,7	66,9	66,6	24,6	59,2
	Máximo velado/gareteo	68,8	34	64,9	68,9	40,3	66,8	64	33,8	61,3
	Fin gareteo	0	9,9	0	38	8,4	100	38	7,2	100

Al estimar el coeficiente abertura horizontal (μ_1) (Tabla 13), se observó que durante el máximo velado y el proceso de gareteo, las mallas del cabecero, parte central y ultimo cuerpo de la red en la franja superior, presentó en promedio μ_1 de 0,71; 0,74 y 0,73 respectivamente; (valores cercanos al coeficiente de armado de la red e ideal para el escape de ciertos peces fusiformes de longitud l). El promedio de μ_1 obtenidos en la región de las mallas centrales en el cabecero, centro y ultimo cuerpo de la red fue de 0,85; 0,85 y 0,84 respectivamente; lo que indica mayor abertura horizontal de las mallas por encima del valor del coeficiente de armado que no

permitiría el escape de los peces. La sección inferior no se considera en este análisis ya que es la parte mas inestable en condición de malla por encontrarse en la zona de influencia del accionar del sistema de anillas, patas de gallo y línea de gareteo.

Variabilidad del coeficiente de abertura horizontal.- La condición de malla referida al coeficiente de abertura horizontal μ_1 durante el tiempo de máximo velado/gareteo, presentó variaciones por efecto de los lances de pesca ($F=8,703$, $p = 0$) (Tabla 14) desde el punto de vista operacional, los lances ceñidos y

Tabla 14.- Condición de abertura horizontal de la malla de la red de cerco experimental

Lance	Tiempo	Sensor del cabecero de proa			Sensor del cuerpo central			Sensor del ultimo cuerpo de la red		
		Malla Superior	Malla central	Malla inferior	Malla Superior	Malla central	Malla inferior	Malla sup.	Malla central	Malla inferior
L4	Inicio gareteo	0,78	0,87	0,79	0,94	0,92	0,82	0,91	0,91	0,81
	Máximo velado/gareteo	0,78	0,87	0,79	0,67	0,78	0,74	0,61	0,67	0,67
	Fin gareteo	1,00	0,97	1,00	0,92	0,89	0,00	0,92	0,82	0,00
L7	Inicio gareteo	0,51	0,63	0,61	0,66	0,81	0,72	0,88	0,90	0,81
	Máximo velado/gareteo	0,50	0,63	0,61	0,76	0,83	0,81	0,67	0,81	0,73
	Fin gareteo	1,00	0,96	1,00	0,92	0,91	0,00	0,92	0,96	0,00
L8	Inicio gareteo	0,81	0,88	0,80	0,90	0,90	0,81	0,96	0,94	0,84
	Máximo velado/gareteo	0,81	0,88	0,80	0,70	0,82	0,75	0,85	0,91	0,85
	Fin gareteo	0,92	0,98	0,00	0,92	0,92	0,00	0,92	0,98	0,00
L9	Inicio gareteo	0,71	0,84	0,72	0,70	0,81	0,71	0,71	0,86	0,72
	Máximo velado/gareteo	0,71	0,84	0,72	0,71	0,73	0,71	0,65	0,64	0,65
	Fin gareteo	1,00	0,99	1,00	0,92	0,93	0,00	0,92	0,86	0,00
L10	Inicio gareteo	0,70	0,75	0,70	0,71	0,86	0,72	0,73	0,95	0,77
	Máximo velado/gareteo	0,70	0,75	0,70	0,75	0,78	0,75	0,76	0,84	0,77
	Fin gareteo	0,92	0,96	0,00	0,92	0,92	0,00	0,92	0,98	0,00
L11	Inicio gareteo	0,74	0,96	0,79	0,75	0,97	0,82	0,73	0,95	0,77
	Máximo velado/gareteo	0,74	0,96	0,79	0,83	0,96	0,85	0,73	0,95	0,77
	Fin gareteo	1,00	1,00	1,00	0,92	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00
L12	Inicio gareteo	0,76	0,97	0,82	0,75	0,97	0,82	0,84	1,00	0,91
	Máximo velado/gareteo	0,75	0,97	0,82	0,79	0,97	0,84	0,83	1,00	1,00
	Fin gareteo	1,00	1,00	1,00	0,92	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00
L13	Inicio gareteo	0,73	0,94	0,76	0,72	0,92	0,74	0,75	0,97	0,81
	Máximo velado/gareteo	0,73	0,94	0,76	0,72	0,92	0,74	0,77	0,94	0,79
	Fin gareteo	1,00	1,00	1,00	0,92	1,00	0,00	0,92	1,00	0,00
PROMEDIO Inicio gareteo		0,72	0,86	0,75	0,77	0,90	0,77	0,81	0,93	0,81
PROMEDIO Máximo velado/gareteo		0,71	0,85	0,75	0,74	0,85	0,78	0,73	0,84	0,78

Tabla 15.- Tabla de análisis de varianza del coeficiente de abertura horizontal de la malla u1 durante el tiempo de velado máximo/gareteo

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Estadístico de prueba F	Probabilidad de estadístico p
Lances	7	0,283	0,040	8,703	0,000*
Partes	2	0,003	0,002	0,341	0,712
Secciones	2	0,180	0,090	19,366	0,000*
Partes x secciones	4	0,004	0,001	0,231	0,920
Error	56	0,260	0,005		
Total	71	0,730			

*Significativo al 95%

completos produjeron diferentes respuestas sobre las mallas, además otros factores no cuantificados como las condiciones del estado del mar (corrientes, mareas). Por otro lado, se establece una variación en los μ_1 de las secciones de las mallas superior, central e inferior ($F=19,366$, $p=0$), siendo las mallas superiores influenciadas por la cercanía a la relinga de flotadores, lo que origina una condición de malla estable y más cercana al coeficiente de armado; mientras que las mallas centrales presentan una mayor variación e inestabilidad debido a las fuerzas boyantes-hundimiento y el embolse y finalmente, las mallas inferiores son afectadas por la cercanía a la relinga de lastres ejerciendo mayor variación debido al gareteo (Tabla 15).

Observaciones en la operación de la red experimental

Armado.- Durante los dos primeros días de trabajo con la red experimental después de operarla en 4 calas: 3 nocturnas y 1 diurna, se pudo observar mediante la lectura de los sensores que no tenía un hundimiento uniforme del paño y el cerrado de la línea de gareta era deficiente generando el escape del cardumen por debajo de la red. Con las observaciones visuales al momento del secado se corroboró que el paño en la parte inferior se encontraba recogido, ya que el armado no había sido parejo entre relingas. Por lo que se procedió a realizar las correcciones correspondientes, continuándose con los experimentos.

Comportamiento y filtrado de diferentes especies.-

En ciertas momentos, conociendo previamente las características de los cardúmenes de especies costeras pequeñas se decidió realizar el cerco, observándose la exclusión de éstos por las mallas de la franja superior de la red y que fue confirmado por la presencia de pocos especímenes de anchoa plateada (*Anchoa macrolepidota*) en el cabecero. De igual forma en la cala donde se capturó aproximadamente 6.000 kg de chiri (*Peprilus medius*), se advirtió el comportamiento del cardumen en las distintas etapas del proceso de captura. En el tendido de la red, el cardumen (blanco) evitó el cerco quedando lejos de la embarcación, luego se dirigió hacia el fondo de la red tratando de escapar, sin embargo tuvo una conducta tipo explosión y se extendió por las secciones superiores de la red en la última fase del embolsamiento, lográndose divisar algunos peces en intentos por escapar, pero la morfología de su cuerpo lo impidió. Debido a este comportamiento no hubo retenciones en los bolsillos distribuidos en la parte central de la red.

Enmallamiento.- Tanto en la red experimental como en la de control, se evidenció el enmalle de sierrilla (*Oligoplites saurus*), aguja verde (*Strongylura exilis*), aguja flauta (*Fistularia corneta*), las cuales se descartan

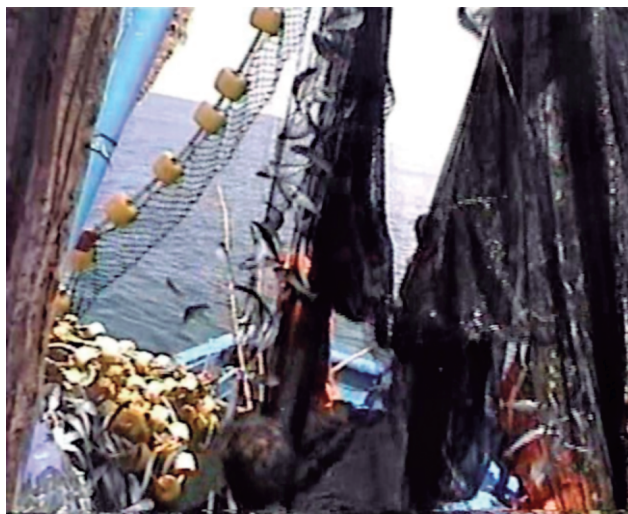


Figura 26.- Enmallamiento en la parte superior de la red

por tener poco valor comercial, razón por la cual no aparece en los desembarques. Otra especie que enmalló y que sí tiene valor comercial fue la aguja blanca o picuda (*Sphyræna idiaestes*). El enmallamiento generalmente se dio en la parte superior del cabecero y en el cuerpo adyacente (Fig. 26). No hubo enmallamiento de juveniles de cachema, suco y lisa, especies objetivo de la flota debido a que no estuvieron disponibles durante la etapa del experimento.

4. DISCUSIÓN

Para el primer trimestre del 2005 incluidos los 16 días de abril, la flota cerquera artesanal que operó en la Región Tumbes, logró desembarcar un total de 1.444,4 t, notándose incremento en los desembarques durante febrero y marzo; sin embargo, en abril el ambiente de pesca se tornó desfavorable para el cerco, presentándose los cardúmenes dispersos tanto fuera como dentro de las cinco millas, predominando en los desembarques las especies chiri y machete de hebra. En el periodo de estudio (4-18 abril), las capturas evidenciaron la poca disponibilidad de recursos objetivo (cachema, suco, lisa, chiri) y también la presencia de especies de descarte o de poco valor comercial como la sierrilla, aguja verde y aguja corneta.

Aunque inicialmente se planificó pescas alternas con ambas redes, ante las condiciones descritas se decidió separar las zonas de estudio, el sur de Caleta Cruz a Punta Sal con la red experimental y en la zona norte desde Caleta Cruz hasta el límite norte del dominio marítimo con la red control, con el objeto de buscar zonas de pesca y realizar las experiencias enfocando el estudio a las mediciones del comportamiento dinámico de las redes frente a las diversas especies, de esta forma se optimizó la capacidad de investigación.

Mundialmente, se han realizado escasos trabajos sobre selectividad en redes de cerco. En el Mar del Norte (Noruega), en pesquerías de especies pelágicas, dieron por lo general buenos resultados. Con el afán de optimizar este arte de pesca se experimentaron secciones de paño con tamaño de malla mayores (60mm, 150mm), colocadas en los cuerpos y el cabecero o copo de la red, con diferentes colores y pesos en la relinga inferior (MISUND et al. 1991). Por su parte en Portugal GONÇALVES et al. (2004) experimentaron con dispositivos selectores para la reducción de ejemplares incidentales y descarte en redes de cerco demersal. Estos dispositivos fueron hechos de paño de Polietileno (PE) de 70 mm de tamaño de malla, colocados en el cabecero con un paño como cubierta de 18 mm de nylon poliamida (PA) para determinar el porcentaje de escape, resultó ser un dispositivo que, sin modificar el arte, tuvo una gran eficacia en la exclusión de casi un 61,8% del peso total de especies objetivos juveniles y de otras de ningún valor comercial, en este mismo trabajo se refieren a las pruebas selectivas con paneles de mallas y grillas rígidas, en ambos casos con tamaños de malla mucho mayores al resto de la estructura de la red (BELTESTAD y MISUND, 1995), con resultados relativos ya que los paneles de malla utilizados en la pesquería de la sarda (*Scomber scombrus*) no resultó por saturación de capturas en las redes y por las dificultades en la operación. Las grillas rígidas a pesar de tener buenos resultados tanto para la exclusión de especímenes juveniles como la posterior sobrevivencia mostraron aspectos negativos, como la necesidad de ser operados por winches hidráulicos especiales que ocuparon mucho espacio a bordo, haciendo demorar la maniobra y el alto riesgo de manipulación.

El presente trabajo experimental, es una primera experiencia realizada en el país que interrelaciona la operatividad de la red (velocidad de hundimiento, profundidad efectiva de trabajo de la red, condición de caída del paño), la condición de abertura de las mallas en las diferentes partes de la red (porcentaje y coeficiente de abertura de las mallas) y el comportamiento del cardumen cercado, deduciéndose que la selectividad por tamaños no es optima para toda la estructura de la red de cerco, coincidiendo con lo mencionado por REEVES et al. (1992), y más bien tiene una relativa selección por especies. En la región Tumbes, las especies objetivo de la pesquería de cerco (chiri, cachema, suco entre otros) forman amplios cardúmenes indistintos, cuyo nivel de organización por lo general, está dado por su asociación espacio-temporal con una relativa presencia de juveniles, los que en pocas ocasiones forman cardúmenes multiespecies de grandes proporciones.

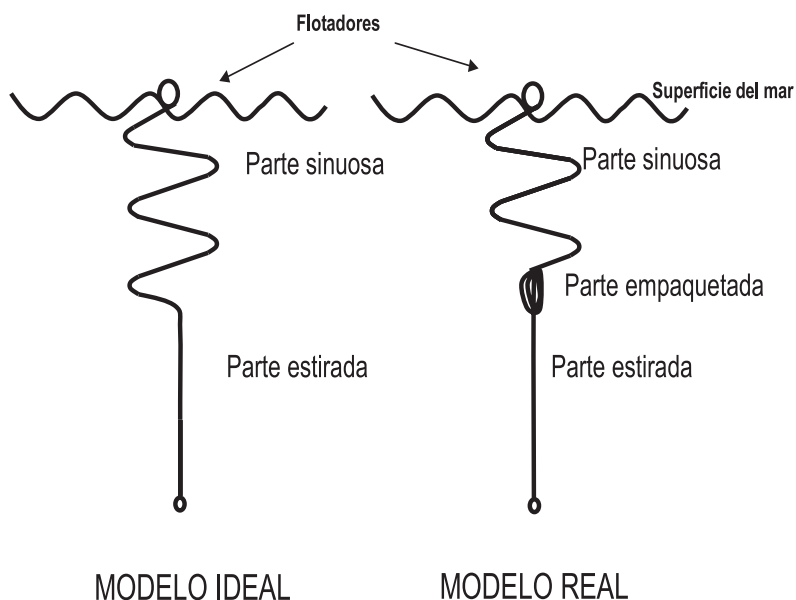
MISUND et al. 1991, presentaron un modelo ideal (gráfico adjunto) como aproximación de la forma de velar de una red de cerco, consideraron que la parte inferior del paño vela totalmente estirado a una misma velocidad de hundimiento por el peso de la relinga inferior y accesorios, seguido en la caída por el resto de paño conformado por sinuosidades en varias secciones cada una con distinta velocidad de caída. Esta consideración teórica, es corroborada en nuestro experimento mediante el analisis de la data obtenida por los sensores, cuando se determina la curva de ajuste de porcentaje de abertura vertical de las mallas en las capas superior e inferior del paño de la red. Se obtiene que los valores de abertura de las mallas inferiores adyacentes a la línea de plomos tienen valores mas altos que las de las mallas superiores, luego hay un punto de quiebre medido al 50% del velado del sensor (debido a que la seccion de plomos tira la parte sinuosa del paño, estirandola), a partir de ese instante empieza a invertir los valores de abertura de las mallas de la parte superior, coincidiendo con el inicio del gareteo y el maximo valor de volumen de agua encerrada, para esto los peces nadan en el cerco dirigiéndose a los puntos de mayor reverberación o vibración producidos en la línea de gareta, patas de gallo y anillas, no presentando ninguna manifestación del cardumen en la superficie del agua. Conforme va avanzando el gareteo y se ha llegado ya al maximo velado se va disminuyendo el espacio (volumen de agua) y ocurre el efecto de aglomeración del cardumen como lo llama BEN-YAMI (1994), observándose grandes resplandores en casi toda la extensión de la red tratando de escapar a lo largo de la parte superior. Se observó que cardúmenes con especímenes de tamaño pequeño pasaron por entre las mallas, en otros casos cardúmenes de especie no objetivo como la sierrilla y diversas especies de agujillas se enmallaron en estas secciones tanto en la red experimental como en la de control. Este comportamiento explosivo de cardúmenes en pequeños volúmenes de agua cercada y los momentos donde se puede observar el escape o el enmallamiento básicamente en la seccion superior del cuerpo de la red y en el cabecero, también lo acusó MISUND et al. 1991.

Cuando la red de cerco entra en acción, se torna en un cuerpo flexible con propiedades mecánicas y expuesto a factores de fuerza (tensiones F , fricciones D) velocidades (v) y distancias (s) (MACHII y NOSE 1990), que hace que ocurran múltiples cambios tanto en el plano horizontal como vertical, como en su forma y dimensiones exteriores influyendo directamente en el volumen de agua cercado. También se registran variaciones internas (embandes, formas de las mallas), concretamente la red experimental se armó con un coeficiente de embande horizontal (μ_1) que permitió obtener una mayor abertura horizontal

de las mallas, una máxima capacidad en el filtrado de agua y por ende mayor probabilidad de escape de peces fusiformes de menor tamaño. En la operación de la red, las mallas sufrieron variaciones muy significativas en el promedio del coeficiente de abertura horizontal en todas las partes de la red, excepto en el área de cobertura del cuerpo central y adyacente al cabecero en la franja superior, donde se presentó una condición de malla estable que aseguraría una selección por tamaño de las especies objetivo juveniles de forma fusiforme.

5. RECOMENDACIONES

- De las conclusiones de este estudio se estima conveniente que el mejoramiento de la selectividad por tamaños de la red de cerco se realice mediante paneles de selección (romboide, rectangulares, grillas rígidas etc.).
- Se recomienda utilizar un panel de selección en la parte superior entre el cabecero y el último cuerpo de la red. Con las proporciones (embande referencial) detalladas en el gráfico adjunto.

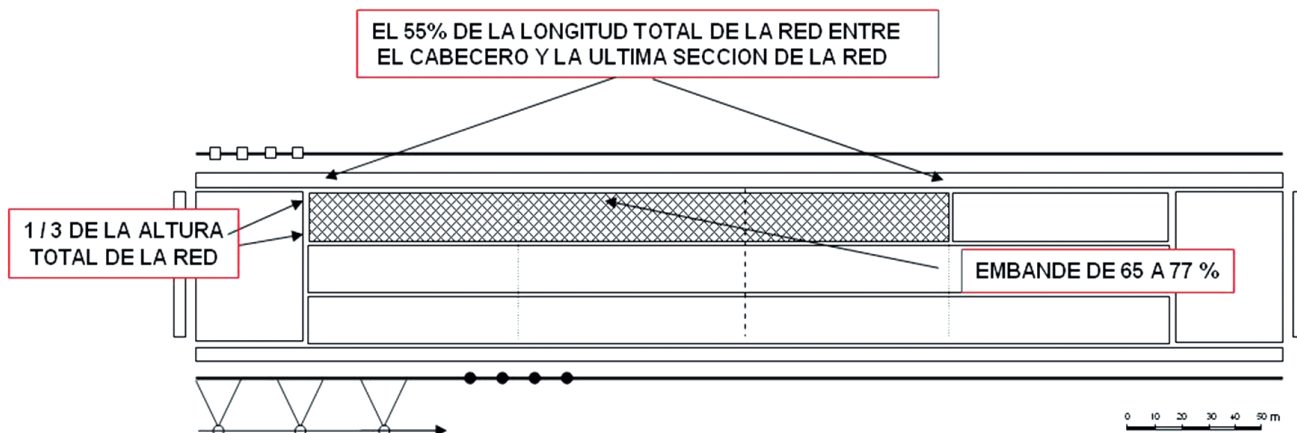


Modelo ideal y real del velado o hundimiento del paño de una red de cerco (O. A Misund, W. Dickson and A. K. Beltestad, 1991)

RED DE CERCO
Cercos de garetá artesanal
Peces costeros
Tumbes, Perú

PROPUESTA

PANEL DE SELECCIÓN DE MALLA 50 mm



- Realizar estudios de afinamiento del panel de selección en temporada de pesca.
- Adicionalmente se debe contar con un levantamiento de planos de la flota que opera en la zona de Tumbes.
- Realizar estudios de diseño en modelo y tanques de experimentación.

6. AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a la Dirección Científica del IMARPE quien coadyuvo a la realización de este trabajo. A todas las personas que participaron especialmente a los patronos, pescadores y a los armadores Patricio Tume y Daniel Ruiz. Al tecnólogo Alcides Mendoza y al Blgo Edwar Barriga por sus acertados comentarios. También al Doctor Jorge Llanos y al personal del laboratorio costero de Tumbes por la intervención en los trabajos de campo.

7. REFERENCIAS

BELTESTAD A K, MISUND O A. 1995. Size Selection in purse seine 277-233. in solving bycatch: Consideration

for today and tomorrow. Alaska sea grant College Program report N 96-03, University of Alaska Fairbanks.

BEN-YAMI M. 1994. Purse seining manual (FAO Fishing manual) fishing News Books

FAO. 2003. La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 4, Supl. 2. Roma, FAO. Departamento de Pesca. 133 p.

GONÇALVES JMS, BENTES L, MONTEIRO P, COELHO R, CORADO M, ERZINI K. 2004 Experimental By-catch Reducing Devices (BRD) in the demersal purse-seine fishery and evaluation of survivorship . FCT, Ref. POCTI/BSE/43113/2001

MACHII T, NOSE Y. 1990. Mechanical Properties of a rectangular Purse seine in a special operation. Nippon Suisan Gakkaishi 56(4), 557-562 pp.

MACHII T, NOSE Y. 1990. Method to determine the mesh size of a purse seine and its application to peruvian jack mackarel. Nippon Suisan Gakkaishi 56(1), 7-10 pp.

MISUND O A, DICKSON W, BELTESTAD A K. 1991. Optimization of purse seines by large meshed sections and low lead weight; theoretical considerations, sinking speed measurements, and low lead weight; theoretical considerations, sinking speed measurements, and fishing trials. Submitted to Fish. 37-47

MISUND O A. 1991. Swimming behaviour of schools related to fish capture and acoustic abundance estimation